
БИОЛОГИЯ
Я ПОЗНАЮ МИР
BIO

УДК 087.5:57
ББК 28.0я2
Я11

Автор *Б. Ф. Сергеев*

Художники
О. П. Багина, С. В. Наугольных, О. А. Герасина,
С. В. Крускоп, Е. А. Журавлев, К. В. Макаров, А. Е. Бринев

Иллюстрации на обложке *Ю. А. Станишевского (ЯПМ-1)*

Компьютерный дизайн обложки *А. Д. Попова (ЯПМ-2)*

Я познаю мир. Биология : энцикл. /
Я11 Б. Ф. Сергеев; худож. О. П. Багина, С. В. Наугольных, О. А. Герасина и др. — М.: АСТ: Астрель, 2009. — 398, [2] с.: ил.

ISBN 978-5-17-020559-2 (АСТ) (ЯПМ-1)
ISBN 978-5-271-08763-9 (Астрель)

ISBN 978-5-17-020557-8 (АСТ) (ЯПМ-2)
ISBN 978-5-271-08764-6 (Астрель)

Очередной том популярной энциклопедии «Я познаю мир» поможет читателям разобраться в самом сложном явлении Вселенной — биологической жизни. Подробно рассматриваются основные положения современной биологии: строение клетки, хромосом, процесс фотосинтеза, различные способы размножения.

Издание снабжено предметно-именным указателем и может использоваться как справочник при подготовке школьных рефератов и докладов.

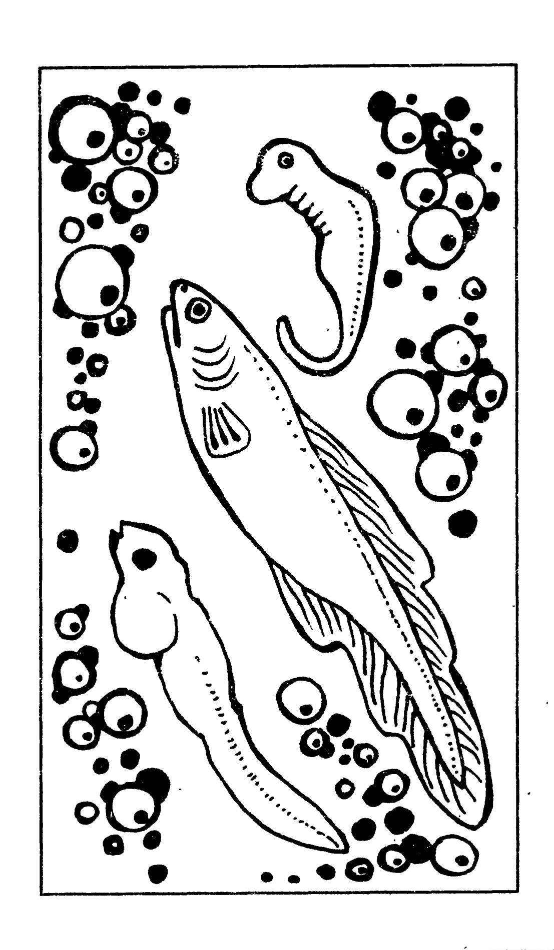
УДК 087.5:57
ББК 28.0я2

Подписано в печать 24.04.2009 г.
Формат 84x108/ 32. Усл. печ. л. 21,00.
С.: (ЯПМ). Доп. тираж 2 000 экз. Заказ № 0430.
С.: (ЯПМ-2). Доп. тираж 2 000 экз. Заказ № 0431.

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 — книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.014255.12.08 от 23.12.2008 г.

О ЧЕМ ЭТА КНИГА



ЖИЗНЬ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТОЛЕ

Слово «биология» составлено из двух греческих слов. «Биос» означает жизнь, а «логос» — наука. Таким образом, биология — это наука о жизни. В задачу биологии входит изучение всех живых организмов и всех проявлений жизни.

Первобытные люди уже несколько миллионов лет назад обладали некоторыми биологическими знаниями. В первую очередь их, конечно, интересовали съедобные растения и животные, а так же опасные организмы. Одни обеспечивали людей пищей, другие нередко угрожали их жизни, так как среди обычных растений и грибов встречается немало ядовитых. Не меньшую опасность представляли животные. Среди них было много крупных опасных хищников и мелких, но ядовитых созданий: змей, пауков, скорпионов и насекомых. Их нужно было не только знать «в лицо», но узнавать по голосу, запаху, по следам. Нужно было знать их повадки, места обитания и многое другое.

Не остались незамеченными и некоторые из тех организмов, от которых жизнь человека никак не зависела, но которые чем-то обращали на себя внимание. Как было не заслушаться поющим соловьем, не восхититься красивой бабочкой, ярким цветком или его неповторимым ароматом. Обо всем этом первобытные люди знали задолго до развития у них речи.

Несмотря на массу сведений о живой природе, которыми владели люди еще в доисторические времена, биология как наука возникла довольно поздно, всего несколько столетий тому назад: слишком многообразна живая природа и слишком сложны законы, существующие в мире живой природы. Да и самих объектов живой природы — живых организмов — несметное число.

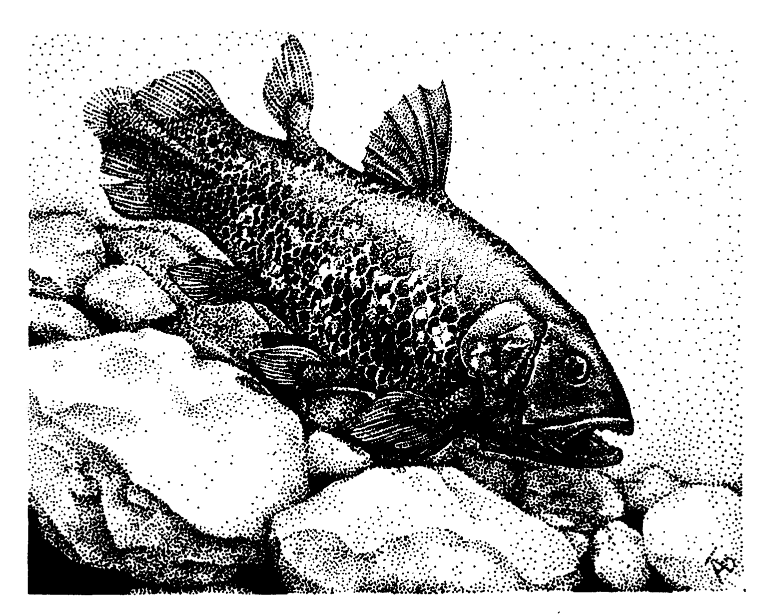
При своем зарождении биология была чисто описательной наукой. Ученые постепенно знакомились с различными живыми организмами и описывали новые обнаруженные людьми растения и животных. Конечно, описывались в первую очередь те организмы, которые чаще других попадались людям на глаза или чем-то особым привлекли их внимание.

Нужно сказать, что процесс описания всех обитающих на Земле **видов** до сих пор не завершен. Живых организмов слишком много, и каждый год ученые обнаруживают всё новые виды. Чаще всего это очень небольшие или просто крохотные организмы. Однако до сих пор не исключена возможность обнаружения новых крупных растений и животных.

За последние 100–200 лет было сделано несколько таких открытий. Лишь в середине XIX века в Южной Америке было открыто гигантское водное растение — **виктория регия** с листьями, диаметр которых превышает 2 ме-

тра. Листья растения, выращенного в оранжерее Ленинградского ботанического сада, выдержали вес взрослого человека и не утонули. Только в начале XX века в джунглях Африки обнаружили **окапи** — лесного жирафа.

Особенно много неведомых науке существ обитает в глубинах океана. Яркий пример тому — **латимерия** — рыба из подкласса **кистепёрых**, который считался полностью вымершим еще 300 миллионов лет назад. Лишь в 1939 году удалось увидеть первую латимерию, но потребовалось еще 13 лет, чтобы выяснить, где обитают эти крупные, почти двухметровые, рыбы. Причем выяснилось, что живут они не в каких-то страшно глубо-



Латимерия

ких впадинах, а всего лишь на глубине 150–400 метров.

Пока трудно сказать, сколько еще видов живых организмов скрывается от глаз ученых на нашей планете, но ясно, что и в будущем биологов ожидает масса открытий.

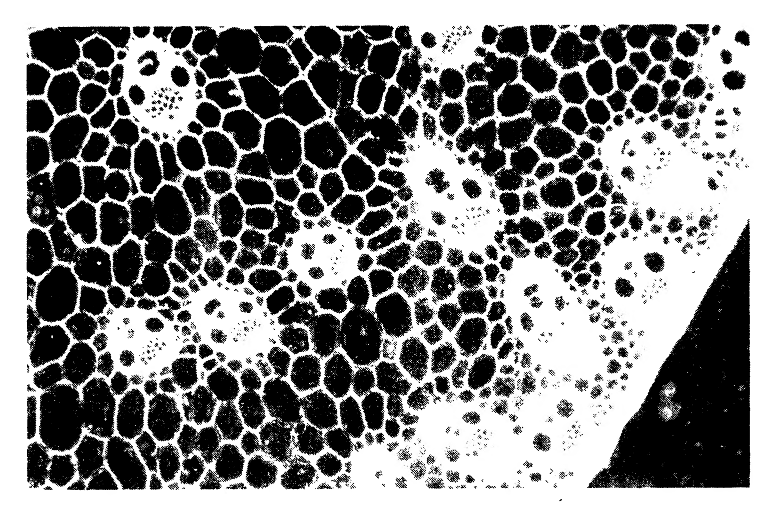
ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ?

Что такое **жизнь**? Кто такие живые существа? Чем они отличаются от неживых объектов? На первый взгляд эти вопросы могут показаться пустяковыми. Однако попробуйте ответить на них, и вы увидите, что это совсем не просто. Во всяком случае, никто из ученых не смог дать такого определения слову «жизнь», которое бы удовлетворило всех остальных биологов.

Это, в общем-то, и неудивительно. На самом деле часто бывает так, что на самые, казалось бы, простые вопросы трудно дать исчерпывающий ответ. Ну, например, чем отличаются кошки от собак? Встретив на улице четвероногое существо, даже двухлетний малыш правильно назовет его «кисой» или «авой». Да что там человеческие дети! С этим справляются даже звери. Уошу, первый шимпанзенок, которого удалось научить жестовому языку глухонемых, увидев в журнале фотографию тигра, уверено прокомментировала: «Кошка»!

Совершенно очевидно, что никто из читателей этой книги кошку с собакой не спутает. Но придумайте, как объяснить инопланетянину, чем отличаются кошки от собак, чтобы он ни разу их не спутал, и вы поймете, как это трудно.

Вот почему в этой книге вы не найдете ответа на вопросы, поставленные в начале данного раздела. Вы просто познакомитесь с некоторыми наиболее важными **свойствами живого**. Начнем с того, что все живые организмы построены из **клеток**. Вы и сами можете в этом убедиться, но для этого нужно иметь хотя бы простейший микроскоп и уметь приготавливать микропрепараты. Итак, **клеточное строение** — признак, присущий всему живому. Правда, почти из всех правил в биологии есть исключения, и правило, что все

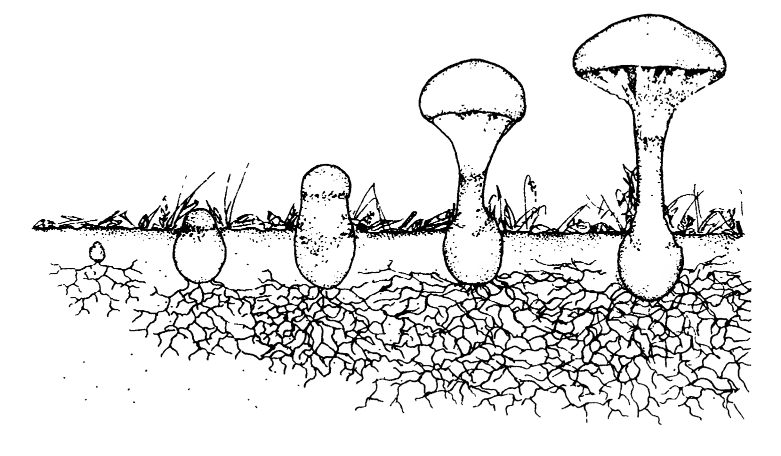


Клетки растений (поперечный срез стебля)

живое состоит из клеток, верно только при условии, что **вирусы** мы живыми не считаем. Ведь вирусы, как вы прочитаете дальше, — это всего лишь молекулы нуклеиновой кислоты в оболочке из молекул белка. Если же не отказывать вирусам в праве считаться живыми, то получается, что есть и бесклеточные формы жизни.

Второе важное свойство жизни: ни один организм не может существовать без постоянного взаимодействия с окружающей средой. Из нее он должен регулярно получать необходимые ему вещества, в том числе кислород, пищу и воду, а для некоторых организмов еще и энергию солнечных лучей. Полученные извне вещества и энергия перерабатываются и используются организмом, а всё ненужное, в том числе излишки тепла, должны своевременно выводиться из организма. Совокупность этих сложных многоступенчатых процессов называется **обменом веществ и энергии.** Обмен со средой — характерная черта любого организма.

Чтобы осуществлялся обмен со средой, чтобы живые существа могли находить пищу, воду, тепло или прохладу и многое другое, что может быть необходимо их организму, они должны обладать **чувствительностью**, иметь специальные устройства, позволяющие им получать информацию об окружающей среде и, конечно, о том, что происходит в их организме. Ведь иначе они не могли бы «узнать», что



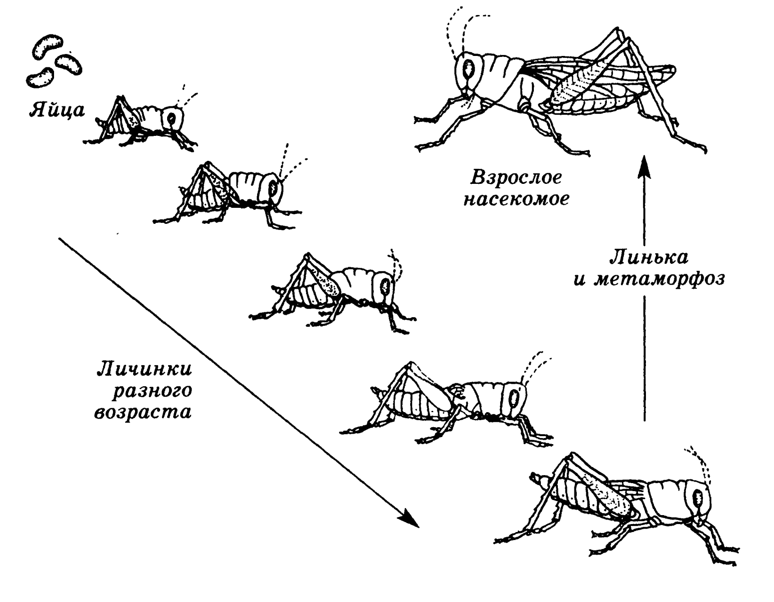
Рост — свойство всех живых организмов

требуется организму в данный момент и вообще в течение жизни.

Поскольку живые организмы не вечны, и тем более, что среди них очень развита способность поедать друг друга, их существование на Земле возможно лишь благодаря способности **размножаться.**

Живые организмы не остаются неизменными на протяжении жизни. В начале своего существования они бывают маленькими, но постепенно растут, увеличиваясь в размерах. Новорожденному ребенку нужно почти два десятка лет, чтобы достичь размера взрослых людей. **Рост** — тоже важное свойство живых организмов.

Вы, конечно, замечали, что растения, животные и люди не просто увеличиваются в размерах, как воздушный шарик, они при этом изменяются. Например, бабочка откла-



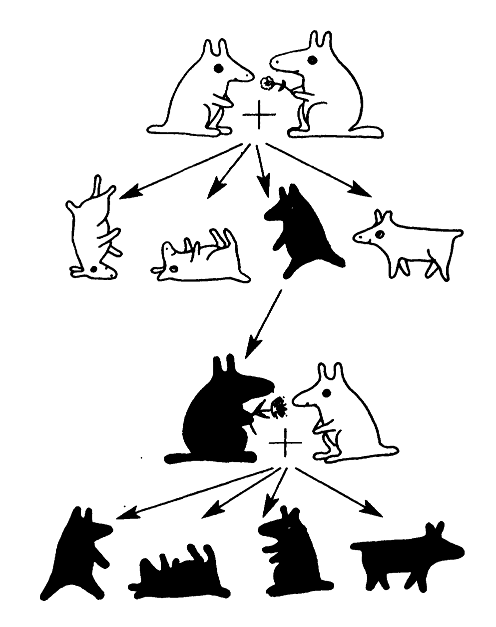
Развитие — свойство всех живых организмов

дывает на листьях крапивы яйца, из которых вылупляются маленькие червеобразные существа, которые растут, превращаясь в гусениц, а потом окукливаются, и только спустя некоторое время из куколок выходят красавицы бабочки. Изменение внешнего и внутреннего строения, поведения и других особенностей организма в процессе его роста называется **развитием**. Значит, еще одно свойство всего живого — способность к развитию.

Никого не удивляет, что из отложенных бабочкой-крапивницей яиц в конце концов вырастут другие бабочки-крапивницы, а из гусиных яиц вылупиться могут только гуся-

та. Конечно, скажете вы, дети наследуют признаки своих родителей. Однако наследуемость эта не абсолютна. Например, у моего белолобого попугая появилась дочь с черным пятнышком, как с кляксой, на белоснежном лбу. Эта способность потомков отличаться от родителей называется изменчивостью. Интересно, что все дети этой попугаихи появлялись на свет с кляксой на лбу. **Наследственность и изменчивость** — это тоже важнейшие признаки живых организмов.

Это, конечно, неполный перечень всех признаков живого организма. Далее я расскажу о них более подробно, однако и там вы



Изменчивость и наследственность — свойство всех живых организмов

не найдете исчерпывающих сведений о признаках всего живого. Для того чтобы полностью описать, что такое жизнь, потребовалось бы много тысяч книг такого же объема, как эта. Однако самые главные свойства жизни: клеточное строение, обмен веществ и энергии, чувствительность, способность размножаться, расти и развиваться и связанные с размножением наследственность и изменчивость — вы уже знаете. Для начала очень даже неплохо.

БУКЕТ ПРОФЕССИЙ

Жизнь настолько многообразна, что один человек, один ученый не может заниматься изучением всех ее сторон. Представители других наук в период их зарождения занимались ограниченным кругом вопросов. Например, астрономы изучали движение всех видимых простым глазом светил. Их на нашем небе не так уж много. Алхимики, хотя и делали интересные открытия в различных областях химии, но их исследования были направлены на поиски философского камня, иными словами, на превращение разных веществ в золото и на создание эликсира жизни, который должен был обеспечить им вечную молодость и бессмертие. Другое дело биология — здесь заниматься сразу всем просто невозможно.

Традиционно считается, что биология делится на **зоологию** и **ботанику**. Хотя такие науки действительно существуют, но сегодня они далеко не охватывают все разделы биологии. Лет 200–300 назад биология стала дробиться на отдельные дисциплины. Из зоологии выделились: **орнитология** — наука, изучающая птиц, **ихтиология** — наука о рыбах, **герпетология** — наука о пресмыкающихся, **энтомология**, изучающая насекомых. Это дробление зоологии продолжается и до наших дней. Сегодня редкий ученый занимается изучением целого класса животных. Чаще его интересы ограничиваются изучением какого-то отряда, семейства или даже еще более мелкой группы животных. Сходные процессы происходят и с ботаниками.

Создание и усовершенствование микроскопа позволило открыть невидимые невооруженным глазом микроскопические организмы и дало толчок к появлению новых наук: **микробиологии**, изучающей бактерий, и **протозоологии**, изучающей простейших.

Перечисленные выше науки занимаются изучением определенной группы организмов. Дальнейшее дробление биологии происходило не по линии, разделяющей разные группы, а в зависимости от того, что именно у этих организмов изучается. Так появилась **анатомия** — наука о строении животных и растений, и **физиология** — наука о функциях органов тела живых организмов. Позже

из анатомии выделились **гистология** — наука, изучающая ткани организма, и **цитология** — наука о его клетках, изучающая как их строение, так и функции. Происходит не только деление, но и слияние наук. В современной биологии много «гибридных» отраслей: **биофизика, биохимия, молекулярная биология...**

Ряд биологических наук изучает развитие организмов: **эмбриология** — зародышевое развитие; **эволюционное учение** — причины и механизмы эволюционного развития жизни.

Целый ряд биологических наук посвящен человеку. В первую очередь это **медицина**, наука о человеческих болезнях, и ее раздел — **гигиена**, наука о предотвращении болезней.

Биологи занимаются и изучением поведения живых организмов. Эта наука называется **этологией. А экология** изучает взаимодействие живых организмов между собой и с окружающей средой. И, наконец, нужно упомянуть еще одну из важных биологических наук, науку о закономерностях наследственности и изменчивости признаков живых организмов — **генетику.**

Не забудьте, что перечисленные здесь науки, при всей их важности, являются лишь малой частью огромного «веера» биологических наук. Кое-что о достижениях этих наук вы узнаете из этой книги.

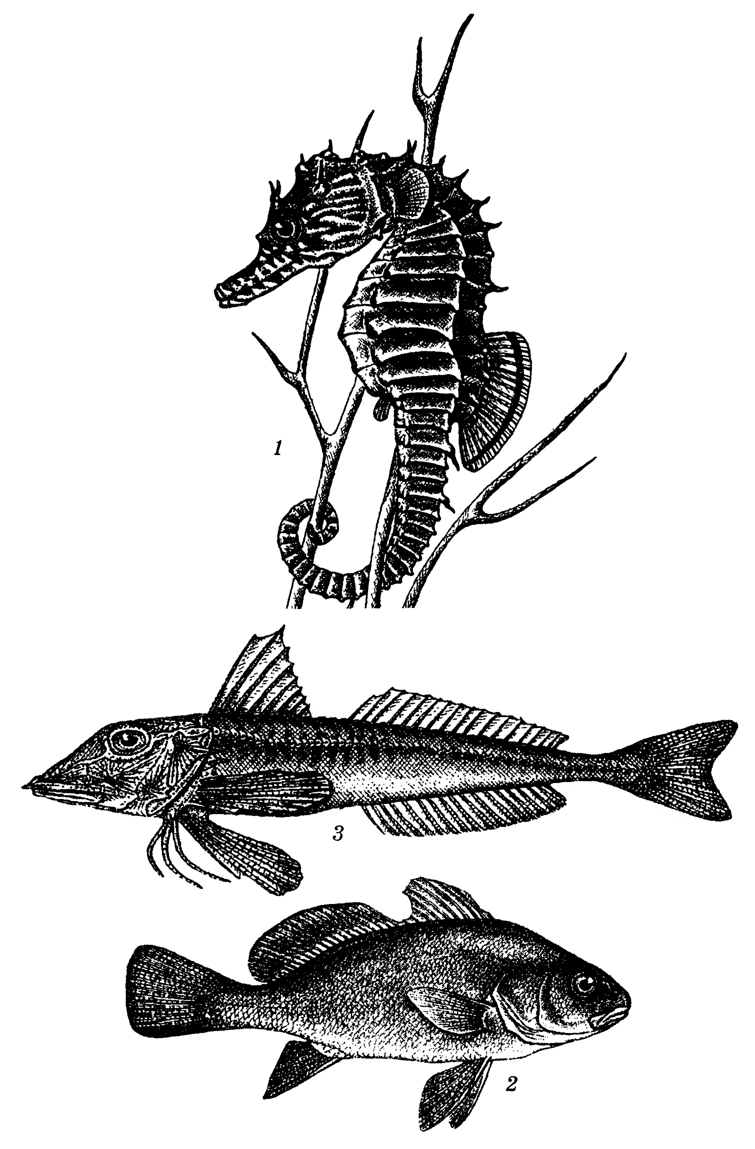
РОЖДЕНИЕ НАУК НЕПРЕДСКАЗУЕМО

Чаще всего естественный процесс накопления знаний в конце концов приводит к развитию новой науки, но нередко сама жизнь толкает ученых на ее создание. Приведу лишь один пример рождения такой науки. Толчок к ее возникновению дала Вторая мировая война.

Крупнейший корабль британского флота линкор «Роял-Ок» был потоплен немецкой субмариной не где-нибудь, а в собственном «доме», в святая святых британского флота — в главной военно-морской базе Скапафлоу.

База эта находится на Оркнейских островах у северного побережья Шотландии. Осуществить дерзкую операцию помогли немецкие акустики. Осторожно подобравшись ко входу в гавань, лодка дождалась английского транспортного судна, возвращающегося на базу. Внимательно вслушиваясь в шум его машин и повторяя все маневры транспорта, подводная лодка пробралась в гавань и, выпустив торпеды, ушла в море, воспользовавшись растерянностью англичан.

После этой трагедии командование частей береговой охраны англо-американских союзников постоянно находилось в нервном напряжении, уверенное, что с наступлением темноты на них в любую минуту могут напасть вражеские подводные лодки и миноносцы.



Самые «разговорчивые» рыбы:
1 — морской конёк; 2 — горбыль, или сциена;
3 — тригла, или морской петух

До начала Второй мировой войны биологи считали подводный мир миром безмолвия. Они были уверены, что подводные обитатели лишены органов слуха, а потому и сами не издают никаких звуков. Правда, позже они заметили, что обитатели «мира безмолвия» — очень шумные существа. Однако военные гидроакустики знали о них до обидного мало. В те годы обнаружить подводную лодку можно было, только прислушиваясь к шумам подводного мира. Поэтому разобраться в биологических шумах моря оказалось важнее, чем думали до войны. Это отчетливо ощутило командование англо-американского флота.

Происхождение многих шумов, возникавших в наушниках гидрофонов, было трудно определить. Нередко звуки, производимые стаей рыб, принимали за шум судовых двигателей. Сколько раз расшумевшиеся косяки рыб давали повод для объявления боевой тревоги. Ложные тревоги чаще всего случались в сумерках. В это время многие рыбы поднимаются из глубин и крупными стаями подходят к берегам. Нередко большая стая рыб производит такую какофонию звуков, что способна заглушить даже шумы судов. Акустики считали, что в море вражеские суда. Наибольшую известность получил переполох в Чесапикском заливе на восточном побережье США весной 1942 года. Американские гидроакустики услышали сильный подводный шум.

Только работа двигателей множества подводных лодок могла вызвать такую акустическую бурю! Немедленно была дана команда всем подразделениям приготовиться к бою с немецким десантом. Но ни одной подводной лодки так и не появилось.

Чтобы покончить с ложными тревогами, пришлось призвать на флот биологов. Их исследования, проводившиеся в годы войны, заложили хорошую основу новой науки — **биоакустики.**

ОТ ХАОСА К ПОРЯДКУ



«ЛЕСТНИЦА СУЩЕСТВ»

Сегодня учеными описано около 2 миллионов **видов животных** и около 400 тысяч **видов растений.** Чтобы можно было ориентироваться в этом множестве живых организмов, ученые старались как-то объединить их в естественные группы похожих или родственных организмов, то есть животных, имеющих родственное происхождение. Древнегреческий ученый **Аристотель** (384–322 до н.э.) был первым, кто разработал теорию развития природы, отразив в ней постепенный переход от неживых неорганических тел к живым организмам и дальнейшее развитие этих организмов. Он считал, что в основе этого процесса лежит таинственное внут-



Аристотель

реннее побуждение, якобы изначально присущее всем живым существам, их стремление добиваться более сложной и более совершенной организации, то есть «стремление природы к изменению от простого и несовершенного к сложному и совершенному». Этот подробный рассказ о развитии природы, о том, как живые организмы изменяясь, «поднимались вверх», он назвал **«лестницей природы»** и на ее верхнюю ступеньку поставил человека.

Ученые Древней Греции — их называли философами, то есть любителями мудрости — отказывались проводить какие-либо исследования. Они ограничивались созерцанием интересующих их явлений и считали, что с помощью разума способны проникнуть в их сущность. В отличие от них Аристотель был не только философом, причем величайшим философом античности, но и выдающимся естествоиспытателем. Он изучил **развитие** цыпленка, **размножение** акул, а в своих трудах привел множество сведений о животных Греции и Малой Азии.

Впоследствии «лестницу природы» переименовали в **«лестницу существ»**. Ученые Европы с успехом пользовались ею почти 20 веков. Правда, они уже не разделяли мнения Аристотеля, что живые существа совершенствовались и поднимались по «лестнице природы», а были уверены, что Творец раз и навсегда поместил каждое существо на свою ступеньку, и не задумывались об их происхо-



«Лестница существ»

ждении, не всегда решаясь даже говорить об их возможном родстве.

Понятием «лестницы существ» широко пользовались многие ученые, в том числе один из крупнейших естествоиспытателей XVIII века французский философ и естествоиспытатель **Жорж Луи Леклер де Бюффон** и швейцарец **Шарль Бонне**, надстроивший лестницу двумя ступеньками, на которые он поместил ангелов и архангелов.

Однако к концу XVIII века накопились сведения уже о 2–3 тысячах живых организмов, и «лестница» перестала удовлетворять ученых. Слишком много ступенек требовалось для размещения уже известных существ, и частенько было трудно решить, кого на какую ступеньку поместить.

Классификация живых организмов, имеющая несколько тысяч ступеней, не помогала разбираться в многообразии живой природы, попросту говоря, была неудобной, и с каждым годом становилась всё запутаннее.

ПОХОЖ ЛИ ЧЕЛОВЕК НА ЛОШАДЬ?

В 1749 году 42-летний **Жорж Луи Леклер граф де Бюффон**, интендант Королевского ботанического сада и автор множества научных трудов начал публикацию главного труда своей жизни — «Естественной истории», законченной им лишь через 39 лет, незадолго до смерти. «Естественная история, всеобщая и частная», состоит из 36 томов. В ней описаны все известные к тому времени птицы и млекопитающие.

В этом огромном научном труде Бюффон выдвинул смелую гипотезу о происхождении всех организмов из так называемых органических молекул и привел обоснованную «лестницу существ», на которой расположил организмы от более примитивных к высокоразвитым. Он исходил из того, что все существа имеют **единый план строения** тела и в качестве весомого доказательства сравнил два организма, внешне очень далекие друг от друга, — человека и лошадь.

Идея единого плана строения родилась у ученых естественным путем. Ведь даже ма-



Ж. Бюффон

ленький ребенок уверенно покажет голову и у тюленя, и у собаки и так же уверенно найдет, где находятся у рыбки, птички и котика и, конечно, у папы глазки, а язык будет искать у них во рту. Ну а взрослым к тому времени было известно, что печень нужно искать в брюшной полости, сердце в груди, а мозг в голове, и хотя мозг коровы и мозг рыбы совсем не похожи друг на друга, то, что это мозг, ни у кого не вызывало сомнений.

Сравнивая лошадь и человека, Бюффон писал: «Возьмите скелет человека, поставьте его на четвереньки, укоротите кости бедер, голеней и рук, удлините кости ступней и ладо-

ней, соедините вместе кости пальцев, удлините позвоночник и челюсти, и этот скелет перестанет быть останками человека, это будет скелет лошади».

Не вызывает удивления, что для сравнения с лошадью выбран именно прямоходящий двуногий человек, совсем не похожий на лошадь. Такое сравнение действительно убеждало. Этим сравнением Бюффон оказал человечеству величайшую услугу: ведь от единого плана строения до родства один шаг. Бюффон настолько доказательно показал единство плана строения птиц и млекопитающих, что отмахнуться от этого было уже невозможно.

Единство плана строения всего живого не оскорбило христианскую церковь. Ведь сходство между человеком и обезьянами просто бросается в глаза. Это очевидно любому, даже далекому от науки человеку, но ученых факт такого сходства заставлял задуматься о его причинах.

ВЕЛИКИЙ КЛАССИФИКАТОР

В 1735 году в голландском городе Лейдене вышло первое издание небольшой книжки **«Система природы»** молодого шведского ботаника **Карла Линнея**, уже успевшего стать доктором медицины. Рукопись содержала всего 14 страниц, правда огромного формата, на которых в виде таблиц было дано краткое опи-

сание минералов, растений и животных. Это была четкая классификация трех царств природы, которые были известны современникам Линнея.

В те годы ботаники уже знали тысячи растений. Но как в них разобраться, никто из них сказать не мог. «Система природы» стала для ботанической науки своеобразным путеводителем. До нее масса растительных объектов представляла собой хаос. Для того чтобы разобраться в этом растительном хаосе, были нужны точные признаки, которые позволяли бы разделять растения на группы. В качестве основного признака Линней избрал строение цветка, точнее его тычинок и пестиков. Пользуясь этими признаками, он разделил растительное царство по количеству тычинок на 24 класса: одно-, двух-, трехтычинковые и так далее до двадцати- и многотычинковых, имевших больше 20 тычинок. Дальше деление шло по признаку длины тычинок, их срастания и по полу цветка. В 24-й класс попали папоротники, мхи, водоросли, грибы, то есть растения, не имеющие ясно различимых органов размножения. За это их называли тайнобрачными. Правда, к этому классу Линней отнес и **инжир**, поскольку на тот момент ученые еще не разобрались, где у него цветки. Теперь мы знаем, что инжир относится к цветковым растениям.

Классы Линней разделил на порядки, или отряды. Их он выделял на основании числа

пестиков, тычинок, устройства плодов. Конечно, в этой системе оказалось много неточностей. Так произошло потому, что Линней и другие ученые искали сходство, а вовсе не родство растений. Например, **багульник и толокнянку**, теперь относящиеся к семейству **вересковых**, он объединил с **гвоздикой** из семейства **гвоздичных**, поскольку все они имеют по 20 тычинок.

Неудивительно, что совершенно неродственные растения оказались объединенными в один класс, а родственные разбрасывались по



1 — багульник; 2 — гвоздика

разным. **Сирень** и представитель злаков **пахучий колосок** попали в класс двухтычинковых, а остальные **злаки** были распределены по разным классам. Получилась плохая система, и Линней это понимал лучше любых критиков. Поэтому он постоянно работал над ее усовершенствованием. Шведский ботаник сознавал, что объединил растения и животных в искусственные классы, но искал способы естественного объединения и неоднократно переносил растения из одной группы в другую. К концу своей жизни он опубликовал десятое издание «Системы природы», в которое внес много изменений. И все же он не смог сделать это хорошо, так как опирался хотя на важные, но случайно выбранные немногочисленные признаки и искал сходство строения, а не родства, между описываемыми растениями.

Линней создал и аналогичную зоологическую систему, в которой тоже было много путаницы, хотя в целом она была более правильна, чем система растений. Важно отметить, что он не забыл человека и поставил его рядом с обезьянами и полуобезьянами, объединив их в один класс.

ЧТО ТАКОЕ ВИД?

Русский язык очень метафоричный. Мало того, что многие слова русского языка имеют несколько значений, мы нередко употребляем

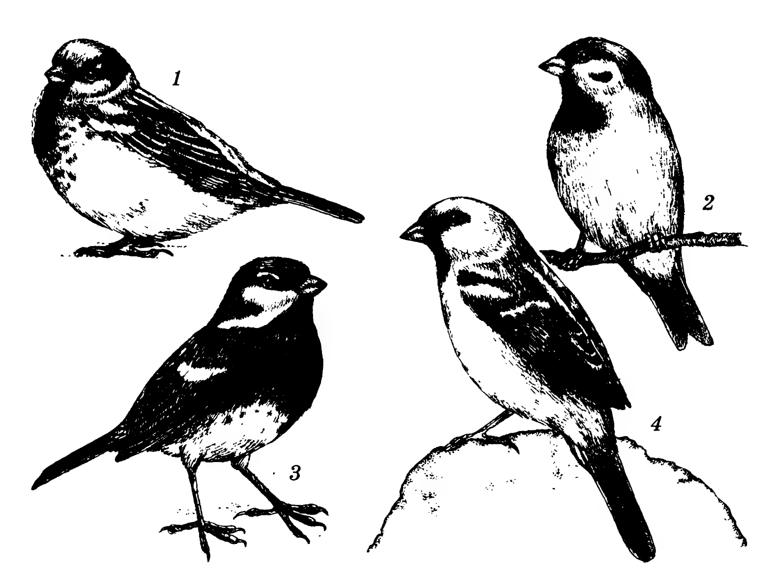
их в переносном смысле. Например, слово «вид» мы используем говоря, о внешности человека (Посмотри, какой у тебя вид!), обсуждая то, что видим вокруг себя (вид из окон), или то, что «видим» воображением (Каков вид на урожай картофеля в этом году?). Но кроме этих обиходных значений, у слова **«вид»** есть и значение важнейшего научного биологического термина.

Читая эту книгу, вы, вероятно, уже обратили внимание на выражение: «виды организмов». Дело в том, что к концу XVII века у ученых накопились сведения о большом количестве растений и животных. В них нужно было как-то разобраться. Все слоны, живущие в Африке, похожи друг на друга, как родные братья и сестры, но несколько отличаются от слонов, живущих в Индии и Юго-Восточной Азии, то же можно сказать о зайцах. Те из них, что живут под Петербургом и севернее его, отличаются от зайцев, обитающих под Воронежем, и тем более от зайцев, которые водятся южнее, в среднеазиатских степях, а также от африканских и североамериканских зайчишек. Как же их описывать, всех оптом или в виде лестницы живых существ? «Лестница» ученых уже не удовлетворяла.

Карл Линней нашел выход из этого затруднения. Он начал свою научную деятельность с описания растений Лапландии, о которых тогда ученые еще ничего не знали. Собрать коллекцию лапландских растений было только

половиной дела. А как их описывать, в каком порядке?

Позже Линнею пришла блестящая идея давать живым организмам двойные названия — родовое и видовое. Родовое название являлось общим для всех видов, относящихся к данному роду. К нему добавляют название вида, относящееся к группе одинаковых организмов. Разберем конкретный пример. Все знают **воробьев**. В городах живут домовые воробьи, а на окраинах и в сельской местности очень похожие на них полевые. А еще есть воробьи испанские, пустынные, рыжие, саксаульные, сероголовые, сомалийские, тугайные и еще по меньшей мере 15 видов воробьев. В соответствии с бинарной



Воробьи: 1 — домовый; 2 — полевой; 3 — испанский (черногрудый); 4 — пустынный

(двойной) системой Линнея этих птиц следует называть: воробей городской, воробей испанский, воробей сероголовый и так далее.

Такой способ наименования живых организмов очень удобен: он избавляет от необходимости придумывать абсолютно новое название для каждого вида воробьев. Ведь в быту мы тоже часто используем двойные названия, различая столы обеденные, письменные, кухонные, ломберные. Так именовать живые организмы пытались еще за 100 лет до Линнея, но к родовому названию добавляли не второе название, а длинные характеристики, описание признаков, по которым можно узнать данный организм.

Двойные названия Линнея, безусловно, значительно удобнее. Линней писал названия организмов на латинском языке, что делало научные труды понятными для людей любых национальностей и предотвращало путаницу. Вот почему бинарная (двойная) система наименования живых организмов привилась и существует поныне.

Итак, с названиями видов мы разобрались. А что же собой представляет вид?

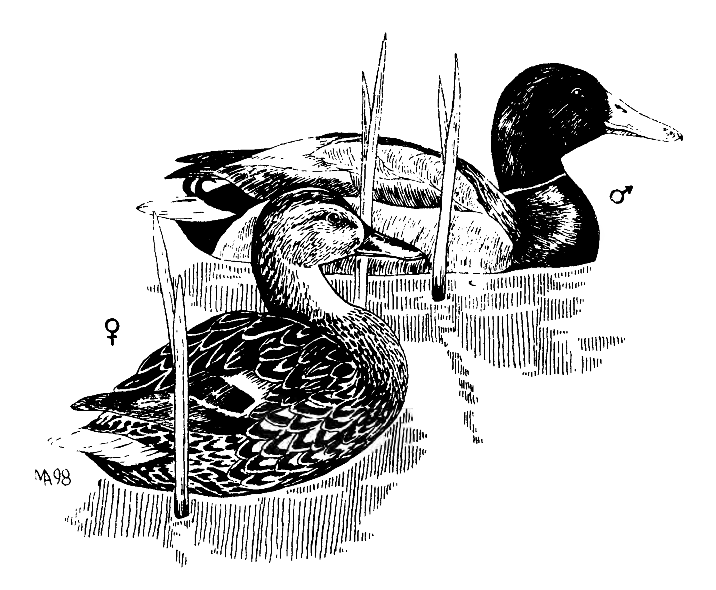
Впервые термин «вид» использовал английский биолог **Джон Рей**. Он различал виды по следующим показателям:

1. У организмов одного вида основные признаки одинаковы.

2. Представители одного вида могут образовывать между собой пары и размножаться, передавая основные признаки вида потомству.

Карл Линней, развивая учение о виде, в основу своей системы положил сходство во внешнем и отчасти во внутреннем строении изучаемых организмов. Эти критерии часто подводили Линнея. В первом издании своей «Системы природы» он описал селезня и утку **кряквы** как представителей двух разных видов. Вы, конечно, знаете, что у кряквы самцы и самки окрашены по-разному, и такое различие полов широко распространено среди птиц. Но не описывать же их как представителей разных видов!

Не вызывает сомнения, что для выделения вида одних внешних признаков недостаточно. Сегодня полагается учитывать не только внешний вид, но и внутреннее устройство ор-



Кряква: самец и самка

ганизма, функции его органов, а также его поведение. Представители вида должны занимать определенную территорию и не только сами скрещиваться между собой, но и их потомство должно сохранять способность к размножению и производить нормальных жизнеспособных детенышей.

Итак, **вид** — это совокупность особей, совместно живущих на каком-то пространстве, обладающих рядом общих морфологических признаков и типов взаимоотношений с окружающей средой, скрещивающихся между собой с образованием плодовитого потомства и отделенных от других групп организмов отсутствием между ними плодовитых гибридов. (Например, при скрещивании **лошади** и **осла** рождаются хотя и жизнеспособные, но абсолютно бесплодные гибриды — **мулы**; следовательно, лошадь и осел относятся к разным видам.)

ПТИЦЕДРЕВО

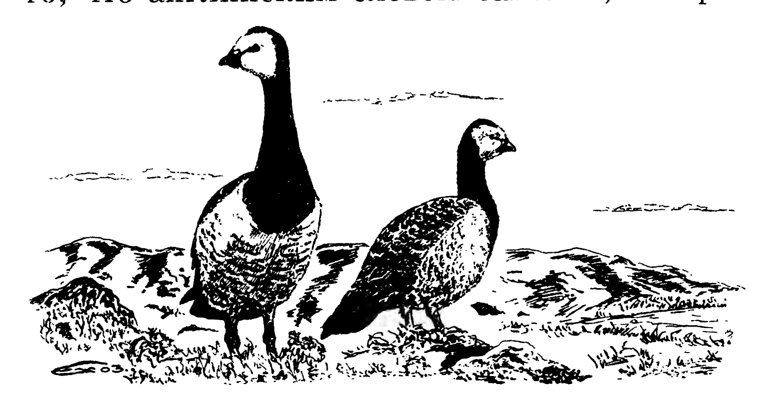
До того, как **Карл Линней** ввел в качестве единого языка для научных названий латынь, из-за незнания иностранных языков или из-за неумения понимать метафоричные названия постоянно возникала путаница. Часто не было никакой возможности выяснить, о каком животном идет речь. В Западной Европе были широко известны **«утиные деревья»**. Английский ботаник **Д. Джерард** поместил их описание в

своей книге «Травник», составив его, скорее всего, на основании рисунка неизвестного автора, сделанного задолго до выхода «Травника» в свет. Этот рисунок Джерард привел и в своей книге. Видимо, оттуда его заимствовали другие ботаники и также помещали в своих трудах.

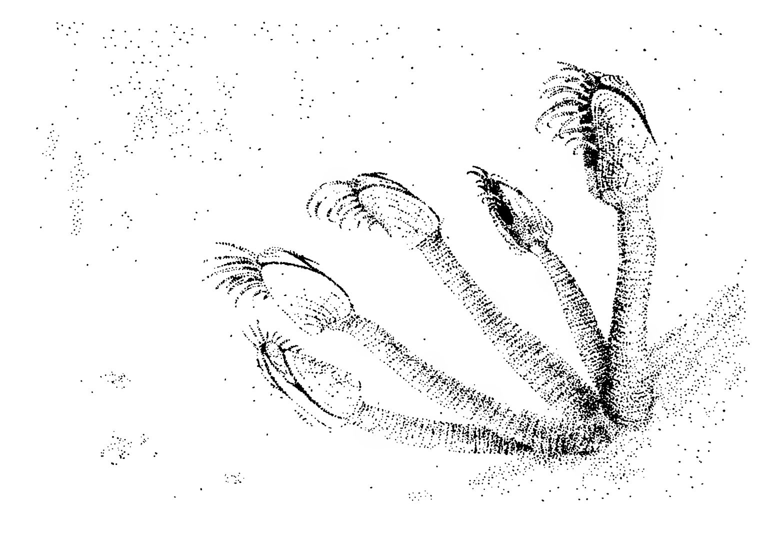
Джерард утверждал, что в плодах этого, судя по всему, водного, растения зарождаются дикие утки и, «созрев», вываливаются из скорлупок плода прямо в воду. В «Травнике» указывалось, что «утиные деревья» растут в Северной Шотландии и на Оркнейских островах, лежащих у берегов Англии.

Безусловно, Джерард не мог видеть это растение, так как ничего подобного на свете не существует, хотя и утверждал, что ему довелось наблюдать, как из плодов этого дерева, похожих на раковины морских моллюсков, «вылуплялись» утята.

А путаница произошла, видимо, из-за того, что английским словом barnacle, которое



Белощёкая казарка



Усоногий рачок морская уточка

было присвоено этому фантастическому дереву, одновременно называют **белощекую казарку**, крупную птицу из семейства утиных, и **морскую уточку** — своеобразное ракообразное, имеющее двустворчатую раковину, похожую на раковину моллюсков.

На рисунке «утиного дерева», приведенного на страницах «Травника», нет ни одного листа. Случайно? Думаю, что нет. Видимо, птицедеревьями считали какие-то водяные растения с толстыми прочными стеблями, вроде зостеры, или затопленные у берега остовы настоящих деревьев, которые в отлив могли обнажаться. К ним и прикрепляются морские уточки. Так что изначальный рисунок мог быть сделан с натуры, ну а утят пририсовали, чтобы привлечь внимание к рисунку.

Существует и другая версия, согласно которой средневековым монахам было удобно объявить о растительном происхождении белощеких казарок, чтобы в пост их можно было бы использовать в пищу. Возможно, монахи действительно сыграли главную роль в утверждении мифа о птицедереве, но думаю, что они при этом искренно верили в существование деревьев, плодоносящих утками.

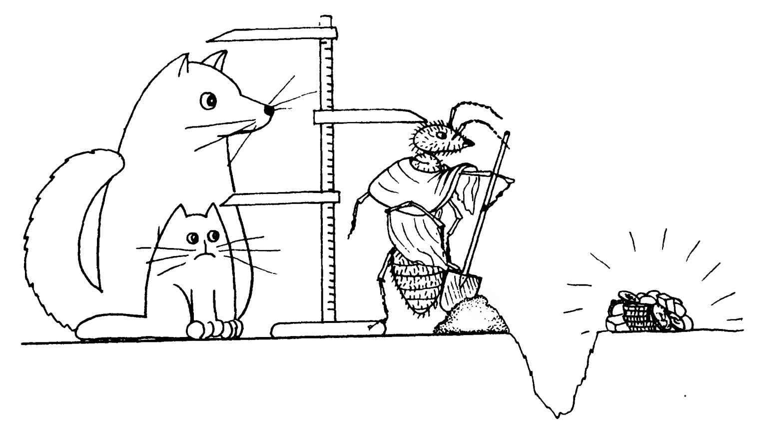
ЗОЛОТЫЕ МУРАВЬИ

Как возникают легенды о **фантастических**, неправдоподобных **животных**?

У китайцев, бирманцев, индусов и у других азиатских народов до сих пор бытуют легенды о **«золотых муравьях»**, которые якобы добывают из земли золото.

Европейцы к этим легендам относились скептически не только потому, что не могли представить себе муравьев в роли золотодобытчиков. В легендах говорилось, что размером они превосходили кошку, но были меньше собаки, а их тело покрывала шёрстка. Поверить в существование муравьев такого размера, да к тому же еще и волосатых, зоологам было трудно.

С другой стороны, известно, что когда Александр Македонский покорил Персию и отправился в поход на Индию, его всё время одолевало желание покорить заодно и страну



дардов, богатую золотом, где жили эти загадочные муравьи. Александр не повел свое войско в эту горную страну, но вовсе не потому, что не верил в существование муравьев-золотодобытчиков. Это-то не вызывало у него сомнений: Александру рассказывали, что в этой бедной стране полно золота, не представлявшего для местного населения особенной ценности. По рассказам «очевидцев», в стране дардов самые бедные люди ели на золотой посуде, а ручки на дверях самых убогих хижин были сделаны из чистого золота. О том, что сбрую лошадей и ослов щедро отделывали золотыми украшениями, и говорить нечего.

Трудно представить, что Александра могли привлечь непроверенные слухи. Персидские вельможи, командующий флотом его империи Неарх и географ Страбон, сопровождавшие Александра в индийском походе, видели легендарных «муравьев», коротавших

свой век в золотых клетках во дворце бывшего персидского владыки, царя Дария. Александр не повел в страну дардов когорты своих прославленных македонцев, так как знал, что в тесных горных ущельях даже его воины проиграют любое сражение горцам.

Загадка золотых муравьев на протяжении двух тысячелетий волновала умы зоологов. Разгадать эту тайну удалось сравнительно недавно. А разгадка была до смешного проста. Геродот сам не видел золотых муравьев и писал о них со слов очевидцев: бывших рабов Дария, путешественников, воинов армии Александра. Они не были искушены в биологии и не могли перевести на греческий язык персидское название «золотодобытчиков». А ларчик просто открывался: рассказчики называли



Степной сурок, или байбак

муравьями ...**сурков**, которые, так же как и муравьи, роют в земле лабиринты нор и, возможно, иногда выбрасывали на поверхность куски самородного золота. Простая загадка, но она 20 веков волновала умы ученых.

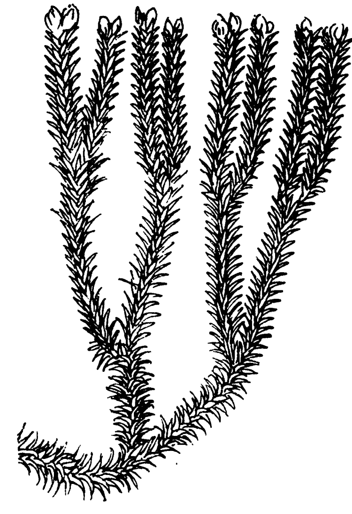
РУССКИЕ МОНСТРЫ

Большинство россиян считают, что всякие чудовища и монстры, если и попадаются людям на глаза, то где-нибудь в тропиках или в недоступных горах. Однако фантастические монстры появлялись и у нас, причем в не столь уж отдаленные времена.

В начале XVI века вышла в свет книга немецкого путешественника З. Герберштейна «Записки о московитских делах». Он писал: «Между реками Волгой и Яиком (теперь река Урал) ...есть некое семя, в общем очень похожее на семя дыни, только немного крупнее и круглее; если его зарыть в землю, то из него вырастает нечто, очень похожее на ягненка, в пять пядей вышиной, оно называется на их языке баранец, что значит ягненочек, ибо оно имеет голову, глаза, уши и все прочее в виде недавно родившегося ягненка и, кроме того, снабжено тончайшей шкуркой».

О баранце писали и другие путешественники, посетившие Россию в XVI и XVII веках. Ученые не могли решить, чем является баранец, ягненочек или агнец скифский, как его

позже стали называть: растением или животным, и назвали его зоофитом, то есть животно-растительным организмом.


Плаун-баранец

Карл Линней, ученый очень серьезный, не проигнорировал сказочное существо. Доверившись мнению одного немецкого ботаника, он поместил его в своей классификации среди тайнобрачных, то есть папоротников. Так и пошли рассказы об агнце скифском гулять по трудам ботаников, подтвержденные авторитетом Линнея.

В наши дни **баранцом** называют один из видов плаунов, не относящихся, строго говоря, к папоротникам и, естественно, не имеющих семян.

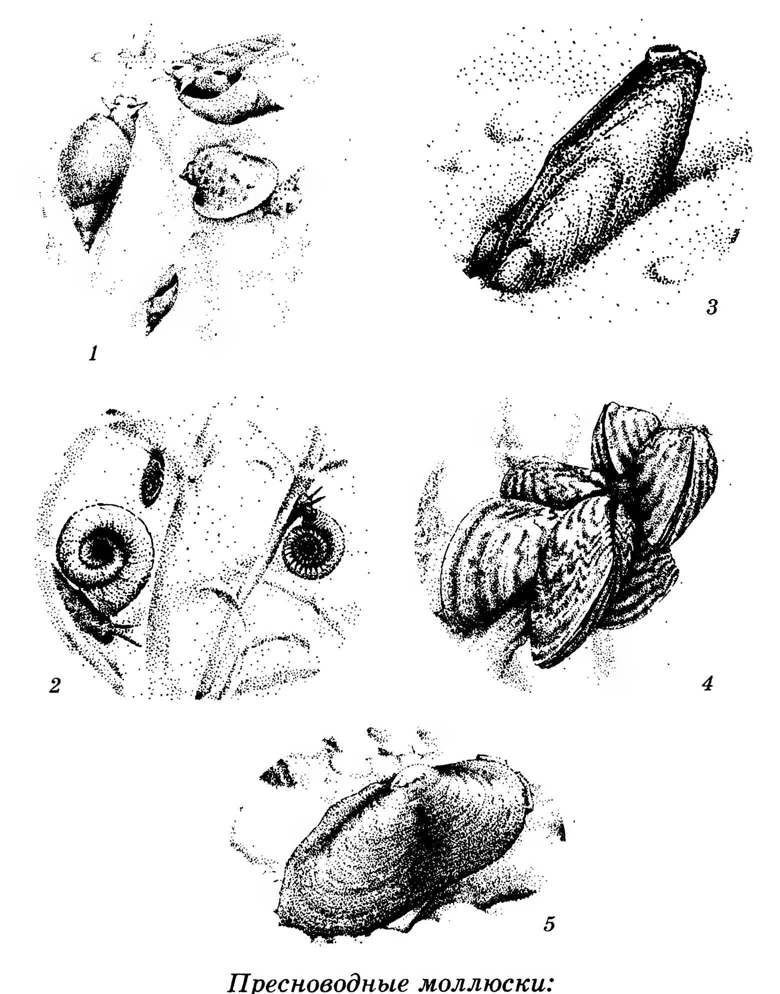
ЕСТЬ ЛИ НА ЗЕМЛЕ НЕИЗВЕСТНЫЕ ЛЮДЯМ ЗВЕРИ?

Есть ли на нашей планете животные, еще не известные науке? Люди, далекие от биологических проблем, обычно дают на этот вопрос отрицательный ответ. Иногда, правда,

спрошенные добавляют, что где-нибудь в дебрях Африки или в непролазных джунглях по берегам Амазонки еще могут скрываться от людских глаз какие-нибудь неизвестные существа, но и к такой возможности относятся с большой долей сомнения. И, конечно, ошибаются. Зоологи отлично знают, что вокруг нас живет еще уйма никому не ведомых организмов.

Если в самый крохотный пруд, находящийся где-нибудь в парке в центре большого города, опустить сачок, то, скорее всего, в него попадет какая-нибудь водяная улитка. **Моллюски** — самые обычные обитатели любых пресных водоемов. Казалось бы, ученые должны знать о них всё: какие виды моллюсков обитают на Земле, в каких водоемах они живут и сколько их там, — ведь улитки такие медлительные и их так легко ловить. А интерес к ним не праздный. Многие виды моллюсков — отличный корм для рыб и других животных, другие являются промежуточными хозяевами различных паразитических червей и заражают глистами теплокровных животных. Однако и эти обычные вездесущие моллюски подчас способны удивлять ученых.

В центре Европы, на, казалось бы, хорошо изученном материке, находятся два соединяющихся между собой озера: Чудское и Псковское. Первое из них входит в десятку самых крупных озер нашей страны. По берегам их исстари селились наши предки. Они ловили в



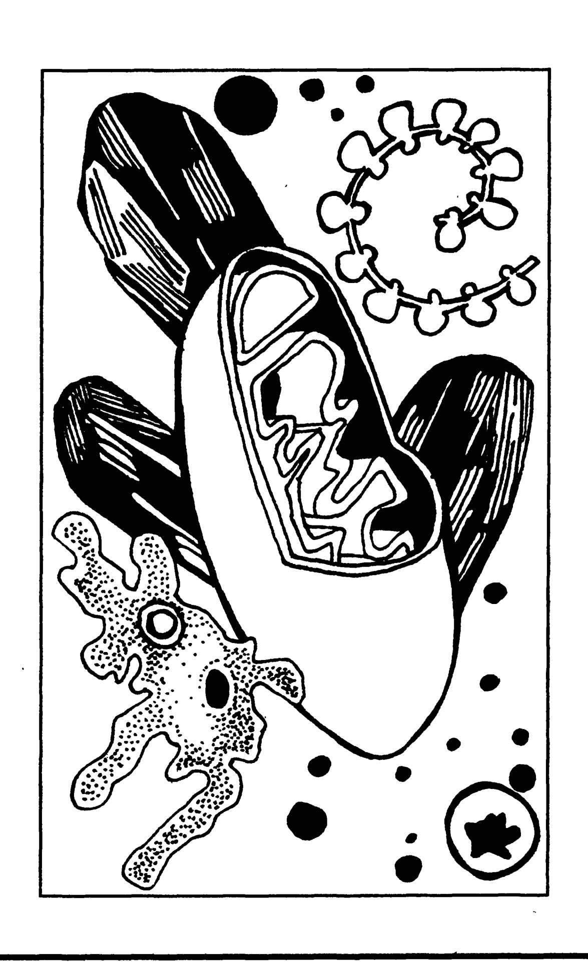
Пресноводные моллюски:
1 — большой прудовик;
2 — катушка; 3 — речная перловица;
4 — речная дрейссена; 5 — пресноводная жемчужница

озерах рыбу, плавали по ним в гости к соседям, насмерть стояли на их берегах, защищая от врагов свою родину. Недаром Чудское озе-

ро относится к числу наиболее полно изученных озер не только нашей страны, но и всей Земли. Давно известно, какая там ловится рыба, как там живется ракам, давно было принято считать, что в озере обитает 33 вида моллюсков. Казалось, об озере известно всё.

Но вот лет тридцать назад Чудским озером заинтересовались ученые из Эстонского института зоологии и ботаники и опустили в его воды дночерпатели, чтобы наловить донных животных. Их опускали в разных местах и, конечно, не один раз. Исследование длилось целых 11 лет. В результате в Чудском озере нашли 30 видов моллюсков, неизвестных в этом водоеме, и 4 абсолютно новых вида, ранее вообще неизвестных. А с тех пор в озере нашли еще один новый вид моллюсков. Как видите, зоологические открытия можно делать прямо у порога собственного дома. Неизвестных животных хватит еще на много поколений зоологов.

ИЗ КАКИХ КИРПИЧИКОВ «ПОСТРОЕН» ОРГАНИЗМ?



САМЫЙ БОЛЬШОЙ ЗООПАРК

В конце XVII века английский естествоиспытатель **Роберт Гук** рассматривал с помощью своего весьма несовершенного микроскопа кусочек обычной бутылочной пробки и увидел, что ее поверхность имеет ячеистое строение. То, что он увидел и зарисовал, больше всего напоминало пчелиные соты. Гук назвал крохотные **ячейки** пробки **клетками**.

Кстати, знаете ли вы, что такое пробка, из чего она сделана? Натуральную пробку получают из коры растущих на юге Европы **пробковых дубов**.

Обычно говорят, что Гук открыл клетки растений. Однако точнее было бы сказать, он увидел всего лишь мертвые стенки клеток. Как мы сегодня знаем, клеточные стенки у растений состоят из толстого слоя целлюлозы



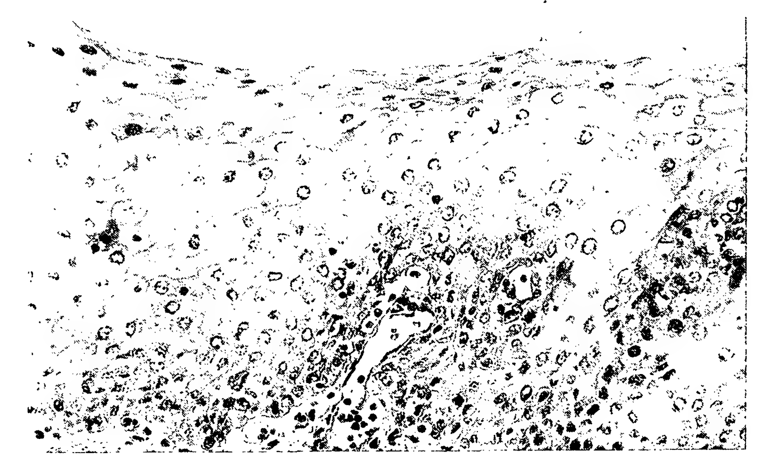
Пробковый дуб

и других веществ, и очень прочные. Живые растительные клетки, как и клетки животных, удалось увидеть лишь 100 лет спустя.

Каждая клетка является обособленной самостоятельной единицей. Это значит, что клетки заботятся о себе сами, самостоятельно извлекает из крови кислород, воду, питательные и неорганические вещества, витамины, сами производят «ремонтные и строительные» работы, запасают впрок необходимые им вещества и сами извлекают из них энергию. Большинство клеток всё это делает самостоятельно, иногда использует соседей-помощников, но эти помощники опять же являются не чем иным, как клетками.

Именно в этом выражается самостоятельность и обособленность клеток. Но в то же время каждая клетка выполняет определенную, необходимую организму работу. В этом случае она подчиняется правилам, принятым в организме, и адресуемым ей командам нервной системы и гормонов. Все процессы, протекающие в организме, осуществляются в результате совместной деятельности его клеток.

Клетки очень разнообразны. В человеческом организме встречается примерно 200 видов клеток. Они имеют разные размеры, разную форму и им присущи разные функции, то есть каждый тип клеток выполняет в организме определенную работу. Клетки желёз вырабатывают разные жидкости: пищеварительные соки, пот, кожное сало, слюну, слезы.



Эпителиальные клетки человека под микроскопом на срезе

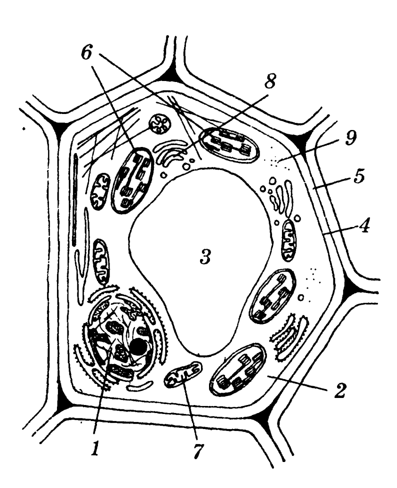
Мышечные клетки, обладающие способностью менять свою длину, обеспечивают движения. **Нервные клетки** передают в мозг информацию о том, что происходит в организме и в окружающей его среде, а нервные клетки головного мозга обрабатывают (обдумывают) эту информацию, формируют команды для органов и клеток организма и пересылают их по назначению опять же через нервные клетки.

КЛЕТКА АНФАС И В ПРОФИЛЬ

Несмотря на значительные различия в размере, форме и функции, все клетки растений и животных построены по единому плану. Каждая из них имеет оболочку, или **мембрану**, являющуюся границей клеточного

государства. Внутри мембраны находится прозрачная вязкая жидкость, имеющая у некоторых клеток желто-зеленый или красноватый цвет. Эта жидкость называется **цитоплазмой** («цитос» по-гречески сосуд, но в биологии это слово используется в значении «клетка»).

Третьим обязательным компонентом клетки является наследственная информация — описание строения всех белковых молекул организма. Фактически она является полным описанием устройства всего организма и особенностей протекания всех предусмотренных в нем процессов. В клетках тела человека, животных, растений и грибов наследственная информация хранится в клеточном **ядре**, шаровидном или овальном теле, чаще всего находящемся в ее центре. Только у **бактерий** оформленного ядра нет, но наследственной информацией обладают и их клетки.



Строение клетки растения: 1 — ядро; 2 — цитоплазма; 3 — вакуоль; 4 — клеточная мембрана; 5 — целлюлозная клеточная стенка; 6 — хлоропласты; 7 — митохондрии; 8 — аппарат Гольджи; 9 — рибосомы

Из этой триады важнейших клеточных органов только цитоплазма является абсолютно обязательным элементом клетки. В отношении двух других ее компонентов допускаются исключения. Так, клетки **слизевиков** не имеют мембраны, но ничего, не растекаются, видимо, за счет того, что их густая цитоплазма не растворяется в воде. **Эритроциты** у человека в процессе созревания теряют ядра, а значит, и наследственную информацию. Зато в клетках поперечнополосатых мышц человека и животных, в клетках некоторых грибов, водорослей и некоторых культурных растений находится по нескольку ядер. Это значит, что наследственная информация в таких клетках хранится в виде множества копий.

Если рассматривать клетку в световой микроскоп, то в ее цитоплазме можно увидеть и другие компоненты: крохотные зернышки и волоконца, образованные из более плотного материала, а также пузырьки какой-то жидкости и капельки жира. Более мощный электронный микроскоп позволяет увидеть: митохондрии, лизосомы, центриоли и другие клеточные **органеллы** — «органы» клетки.

ЗАВОДОУПРАВЛЕНИЕ

Ядро — одна из самых крупных **органелл** клетки, отделенная от **цитоплазмы** двойной оболочкой. В этой оболочке существуют поры,

через которые в ядро или из ядра проходят достаточно крупные молекулы разных веществ. В одних клетках ядро всегда занимает строго определенное место, как, например, у человека голова. В других клетках ядро способно перемещаться и может оказаться в любом месте.

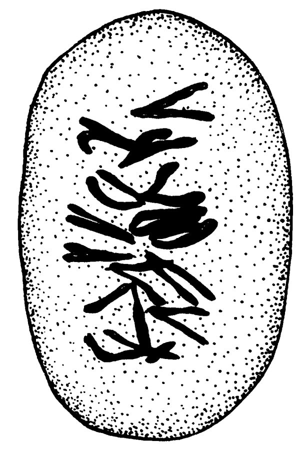
Ядро — важнейшая органелла клетки, ее командный пункт. Оно запускает, регулирует и прекращает все протекающие в клетке процессы. Но этим роль ядра не исчерпывается. В полужидком веществе ядра находятся хромосомы — очень важные элементы клетки, состоящие из **ДНК — дезоксирибонуклеиновой кислоты**, — и белков. Фрагменты этих длинных молекул являются **генами**, носителями наследственных признаков организма. Подробнее о ДНК вы можете прочитать в главе «Наследники и наследственность» (см. с. 213).

У большинства клеток ядро содержит удвоенный набор хромосом, то есть по два экземпляра каждой хромосомы. По длине, толщине и другим особенностям строения хромосомы каждой пары отличаются от хромосом других пар. Различия легко заметить даже в обычный световой микроскоп.

Когда клетка делится надвое, хромосомы каждой пары расходятся по разным дочерним клеткам. Таким образом, они строго поровну распределяются во вновь образующихся клетках.

Для каждого организма характерно определенное число хромосом. У паразитического

круглого червя **аскариды** их 2, у **комара** — 6, у **комнатной мухи** — 12, у **крота** — 34, у **человека** — 46, у **воробья** — 76, у **карпа** —104, у **невской миноги** — 174.



Клетка с видимыми хромосомами в начале деления

Насколько важно ядро для клетки, видно из следующего опыта. Если у одноклеточной **амебы** удалить ядро, она немножко поболеет, а потом будет вести себя нормально, ползать, охотиться и переваривать съеденную добычу, но через несколько дней погибнет. Если же вынутое из амебы ядро тут же вернуть обратно, то это одноклеточное существо, поболев, вернется к нормальной жизни и будет расти и размножаться.

КУХНЯ

Электронный микроскоп выявил в клетках животных множество разных **органелл**. Как вы понимаете, увидеть их было трудно, но понять, зачем они, какую функцию выполняют, оказалось еще труднее.

Если клетку рассматривать как некий «завод», разделенный на множество цехов, то совершенно ясно, что «рабочих» этих цехов нужно где-то и чем-то кормить. Значит, в

клетке должна быть «столовая». И такая «столовая» нашлась, да не одна, а множество. Их назвали **лизосомами**, что в переводе означает «растворяющие тельца». Ими снабжены клетки животных и грибов.

Лизосомы — это мембранные мешочки разной формы, в которых хранится раствор пищеварительных **ферментов** — своего рода клеточный пищеварительный сок. В лизосомах перевариваются пищевые частицы, превращаясь в те вещества, которые клетка может использовать для построения новых органелл или для получения энергии.

Лизосомы надежно изолированы от цитоплазмы плазматической мембраной, ведь иначе ферменты, заключенные в них, просто-напросто переварили бы саму клетку.

Но как же доставлять ферменты в лизосомы? Ведь синтезируются они не в них, а в специальной органелле, называемой **аппаратом Гольджи**. (Подробнее о его строении и работе см. на с. 67.)

В клетке вырабатываются ферменты для переваривания разных веществ, в том числе белков. Для активирования этих ферментов в лизосомах поддерживается кислая среда. А ферменты, которые вырабатываются и хранятся в аппарате Гольджи и в **эндоплазматической сети (ЭПС)**, находятся в нейтральной среде. В ней они не активированы, а потому не представляют опасности для клеточных структур и не в состоянии затеять процесс самопереваривания.

Итак, пищеварительные ферменты в самих лизосомах не вырабатываются; как и многие другие необходимые клетке вещества, они синтезируются и накапливаются в аппарате Гольджи. Когда ферментов накопится много, от аппарата отделяется мембранный пузырек, наполненный ими, — вот и готова лизосома. Клетки животных содержат десятки лизосом, некоторые из них находятся в неактивном состоянии, являясь клеточным резервом.

Клетки животных могут захватывать пищевые частицы с помощью мембраны и «проглатывать» их, окружая комочек пищи выростами мембраны. (Вы, может быть, уже знаете, что так питаются одноклеточные амёбы, но клетки многоклеточных организмов

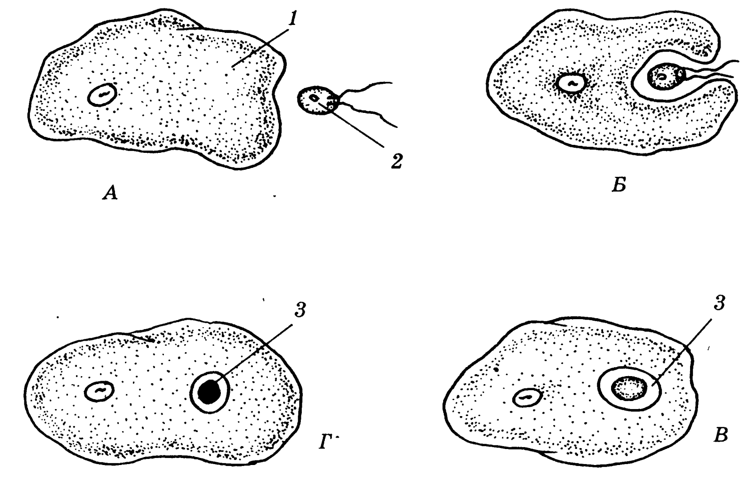


Схема фагоцитоза амёбы: 1 — клетка амёбы; 2 — клетка водоросли; 3 — пищеварительная вакуоль; А–Г — последовательность событий

тоже способны к «заглатыванию» пищи — этот процесс ученые называют **фагоцитозом**).

Пузырек с проглоченной частицей пищи становится **пищеварительной вакуолью**. С ней сливаются несколько лизосом, в результате чего в мешочке оказываются и питательные вещества, и активированные пищеварительные ферменты, начинается переваривание. По мере переваривания питательные вещества через мембрану лизосомы переходят в цитоплазму клетки и по ней транспортируются ко всем другим органеллам.

Когда поступление пищевых веществ сокращается и клетка начинает голодать, ли-

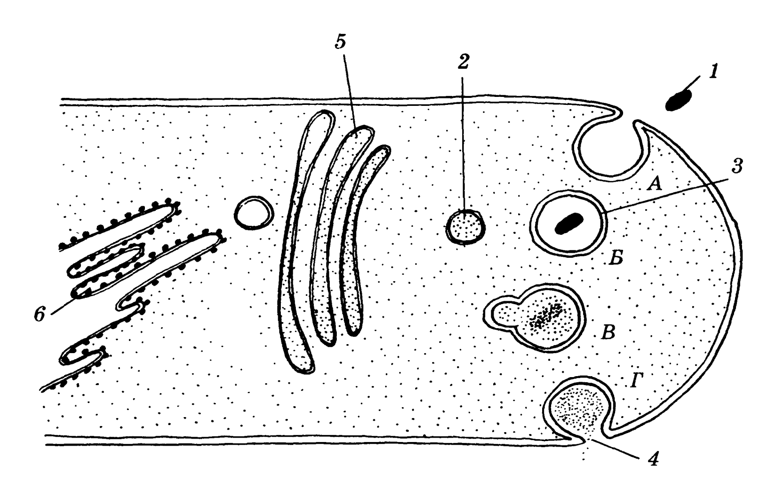


Схема работы лизосомы:
А–Г — последовательность событий;
1 — частица пищи; 2 — лизосома;
3 — пищеварительная вакуоль;
4 — выбрасывание непереваренных остатков;
5 — аппарат Гольджи; 6 — ЭПС

зосомы переваривают некоторые органеллы, не убивая всю клетку, но позволяя ей продержаться до восстановления нормального снабжения.

Если продолжить сравнение лизосомы с кухней, то придется признать, что находящиеся там «плиты» более универсальны, чем газовые и электрические плиты, используемые в быту, и позволяют не только готовить «обед», но и сжигать всякий хлам, ненужные или даже вредные клетке вещества. Эта функция лизосом важна при ремонтных работах в данной клетке или в самом организме.

Если у **нервной клетки** по какой-либо причине окажется оторван один или несколько отростков, клетка не погибнет, а оторванный отросток переварят лизосомы. Но если клетка больна или серьезно повреждена, она может быть переварена собственными лизосомами.

А знаете ли вы, куда девается хвост **головастика**, когда он превращается в лягушонка? Клетки хвоста постепенно уничтожаются собственными лизосомами! Вот какие важные функции выполняют эти клеточные органы.

Далеко не всё, что попадает в клетку, может быть в ней переварено. Непереваренные вещества накапливаются в лизосомах, а потом выбрасываются из клетки. Нередко от непереваренных веществ клетка перестает освобождаться, и они в ней накапливаются и хранятся. Это свидетельствует о **старении** клетки.

Откуда клетки черпают пищевые вещества, строительные материалы и энергоносители? Клетки человека и животных извлекают их из крови, ведь в их организме есть пищеварительные органы, в которых переваривается пища и готовятся нужные клеткам питательные вещества.

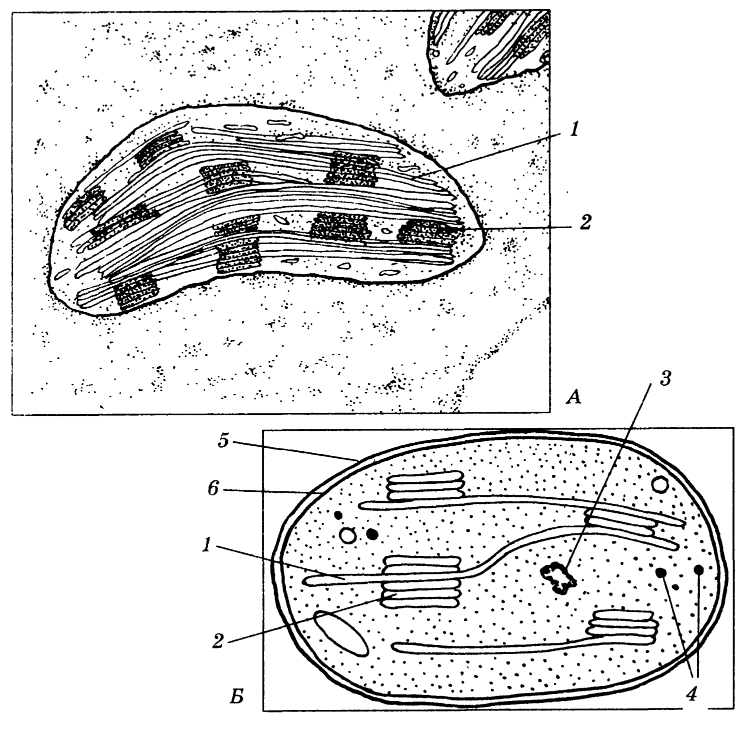
В этой книге мы в основном рассказываем о биологических процессах, протекающих в организме животных и человека. Давайте заглянем и в растительную клетку. Вы, наверное, уже знаете, что эти клетки необходимые им питательные материалы умеют синтезировать самостоятельно.

Чтобы клетка могла расти и делиться, выполнять специальные функции и даже просто поддерживать свое существование, она должна всё время расходовать энергию. Для растительных клеток первоисточником этой энергии служит солнечный свет. В клетках зеленых **растений** осуществляется **фотосинтез**, то есть процесс поглощения световой энергии и превращения ее в химическую энергию, то есть в энергию химических связей молекул синтезируемых углеводов. В качестве такого вещества синтезируется простейший **сахар — глюкоза.**

Мы постоянно сталкиваемся с химической энергией. Вы, конечно, знаете, каким жаром пышет от костра. Этот жар — результат высвобождения химической энергии при разру-

шении молекул веществ, из которых состоит древесина, и окисления атомов углерода, входящих в ее состав. Высвобождаясь, химическая энергия превращается в тепловую и рассеивается в окружающем пространстве.

Синтез глюкозы и других углеводов (глюкоза, как и все сахара, относится к углево-



Строение хлоропластов:
А — перерисовка электронной микрофотографии;
Б — реконструированная схема
1 — мембранные мешочки (тилакоиды);
2 — граны тилакоидов; 3 — молекула ДНК;
4 — рибосомы; 5 — наружная мембрана;
6 — внутренняя мембрана

дам), от которого зависит вся жизнь на нашей планете, осуществляется в органеллах растительных клеток, содержащих пигмент **хлорофилл** и называемых **хлоропластами**. В клетках животных таких органелл не бывает.

Рабочими элементами хлоропластов являются стопки плоских мешочков, в которых сосредоточен хлорофилл. Мешочки хлорофилла, уложенные стопками, похожими на столбики монет, и как-то соединенные между собой, называют **гранами**. Они предназначены для улавливания энергии световых лучей.

Очень важную роль в этом процессе играют оболочки гран. Хлорофилл, взятый в чистом виде, не поглощает солнечный свет. Вернее, он его поглощает, но тотчас излучает обратно. При этом поглощенная им световая энергия рассеивается в окружающем пространстве. В гранах молекулы хлорофилла способны под действием света перейти в возбужденное состояние и продержаться в таком состоянии некоторое время. Это время исчисляется долями секунды, но и его достаточно, чтобы перевести «пойманную» энергию в такую форму, в какой она уже не потеряется. Так молекулы хлорофилла запасают энергию, которая затем используется для синтеза глюкозы.

При этом хлорофилл разлагает воду на кислород и водород. Кислород выделяется в атмосферу, а атомы водорода включаются в состав органических веществ.

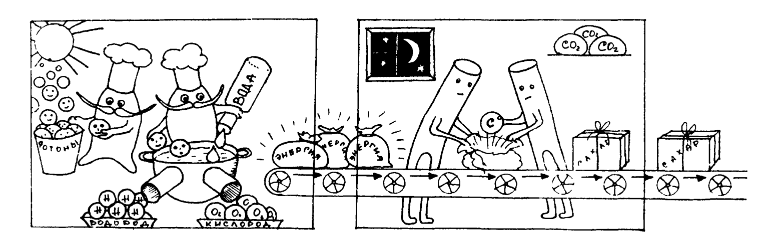


Схема фотосинтеза

Первая фаза фотосинтеза — улавливание энергии света и разложение воды — называется **световой фазой фотосинтеза**. Ее скорость зависит от интенсивности света. У растений, попавших в тень, эта фаза протекает вяло, и поэтому они медленно накапливают питательные вещества и плохо растут.

На втором этапе фотосинтеза происходит образование молекул глюкозы с использованием энергии, накопленной во время световой фазы. Для этого процесса свет уже не нужен, поэтому она называется **темновой фазой фотосинтеза**. (Только не подумайте, что она осуществляется ночью!) Темновая фаза фотосинтеза, как правило, не может идти при значительном понижении температуры. Вот почему растения высокогорий, несмотря на интенсивное освещение, растут очень медленно.

ФОТОСИНТЕЗ В ЦИФРАХ

Ежегодно в результате фотосинтеза на Земле создается 150 миллиардов тонн органического вещества и в атмосферу поступает око-

ло 200 миллиардов тонн кислорода. При этом усваивается более 260 миллиардов тонн углекислого газа.

Интенсивность фотосинтеза древесных растений в 5–8 раз ниже, чем травы открытых лугов. Однако за счет многоярусной организации древесно-кустарникового полога и большей площади листьев деревьев и кустарников продуктивность лесных сообществ гораздо выше травянистых.

На широте Москвы деревья лиственных пород заняты фотосинтезом примерно 130 дней в году, а хвойные осуществляют фотосинтез в течение 160–170 дней.

ХИМИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ СЕТИ

Жизнь любой клетки зависит от наличия различных веществ. Они непрерывно создаются из продуктов переваривания пищи, подготовленных **лизосомами.** Не только у молодого растущего организма, но и у взрослых существ некоторые клетки тела продолжают размножаться, то есть делиться и расти, увеличиваясь в размерах и увеличивая до необходимого уровня число разных органелл. Такие клетки должны энергично синтезировать строительные материалы. Обычно в качестве примера приводят **кроветворные клетки красного костного мозга.** Процессы,

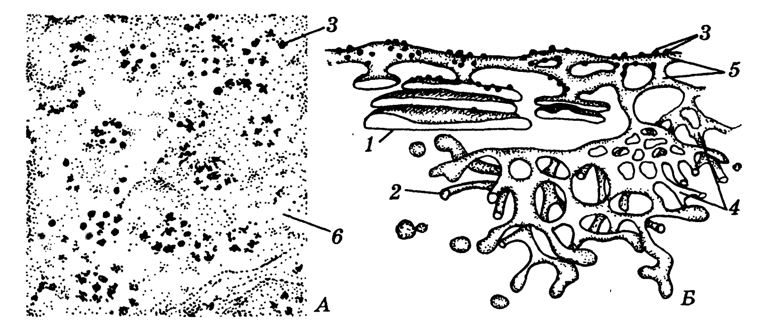
связанные с их размножением и ростом, изучены особенно хорошо. Но и клетки, прекратившие размножаться, продолжают интенсивно создавать одни вещества и разрушать другие. Часто именно в этом и состоит их функция — например, клетки **желёз** в огромных количествах производят **гормоны, ферменты, молоко** и т.д.

Осуществление синтеза большинства необходимых клетке веществ, происходит во внутриклеточной **эндоплазматической сети (ЭПС)**. В клетках разного типа и у разных животных эта сеть выглядит по-своему. Вероятно, она образуется из впячиваний клеточной **мембраны**, которые ветвятся и в виде микроскопических трубочек пронизывают в разных направлениях всю **цитоплазму**. Они отходят от поверхности клеточного **ядра** и направляются в различные участки клетки.

В этих канальцах, надежно изолированных от цитоплазмы, происходит синтез необходимых для клетки молекул, и по ним же готовый продукт транспортируется к месту назначения или за пределы клетки.

В большинстве клеток встречаются два вида трубочек: гладкие и шероховатые. Жировые вещества (**липиды**), **углеводы** и **гормоны** синтезируются на внутренней стороне мембраны гладких трубочек.

Шероховатые трубочки выглядят так из-за **рибосом**, прикрепившихся к их наружным стенкам. В них синтезируются молекулы **бел-**



Эндоплазматическая сеть (ЭПС):
А — перерисовка электронной микрофотографии;
Б — реконструированная схема
1 — мембрана; 2 — трубочки; 3 — рибосомы;
4 — гладкая ЭПС; 5 — шероховатая ЭПС;
6 — цитоплазма

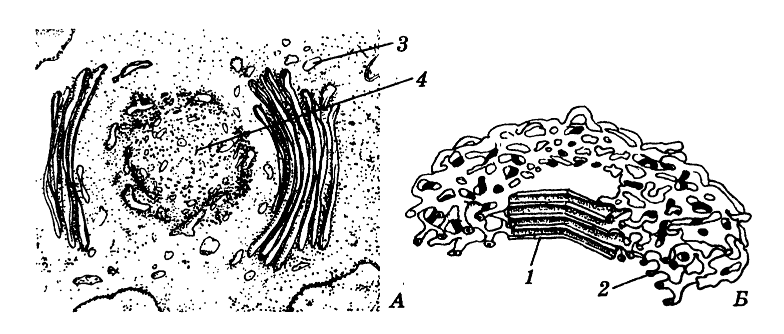
ков. После завершения их синтеза они проходят сквозь мембрану внутрь трубочек и транспортируются к месту назначения.

Ученые предполагают, что те белки, которые предназначены для использования внутри клетки, синтезируются на свободных рибосомах, а те, которые должны быть выведены из клетки или вмонтированы в ее оболочку, — на рибосомах, прикрепленных к шероховатым трубочкам внутриклеточной сети.

Эндоплазматическая сеть — мощное транспортное предприятие клетки, но, видимо, для доставки мелких «грузов» она не годится. Во всяком случае, от некоторых трубочек отделяются мелкие пузырьки и самостоятельно странствуют в цитоплазме, доставляя нужные вещества к органеллам.

Эту органеллу открыл итальянский ученый **Камилло Гольджи**, в честь него она и получила свое название. **Аппарат Гольджи** состоит из стопок плоских, изолированных друг от друга мешочков и участвует в транспорте молекул внутри клетки и за ее пределами. Частично это происходит с помощью транспортных пузырьков. Они отделяются от **эндоплазматической сети** и вливаются в мешочек, находящийся у основания стопки. Здесь вещества сортируются, и формируется определенный, нужный на данный момент, состав веществ внутри мешочка.

Позже эти молекулы перемещаются во второй, третий и так далее мешочки стопки. При этом они достраиваются и дорабатывают-



Аппарат Гольджи:
А — перерисовка электронной микрофотографии;
Б — реконструированная схема
1 — мембранные мешочки;
2 — мембранные трубочки, связанные с ЭПС;
3 — отделяющиеся пузырьки; 4 — ядро

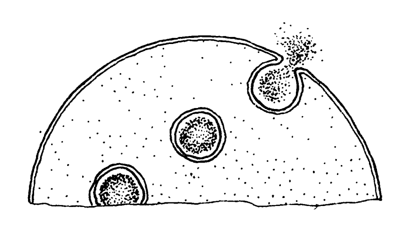


Схема выброса веществ из клетки

ся, сортируются и «упаковываются» в новые пузырьки. В конце концов от аппарата Гольджи отделяются **лизосомы** или другие мембранные пузырьки — содержимое их может быть различным. Вещества, предназначенные для использования вне клетки, транспортируются в этом пузырьке к **клеточной мембране** и выбрасываются из клетки. Происходит это очень просто — пузырек сливается с мембраной, его мембрана становится частью мембраны клетки, а содержимое остается «за бортом».

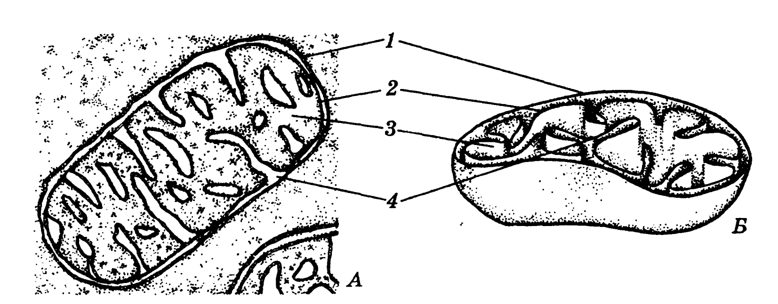
Так из клетки выводятся образованные ею молекулы **гормонов**, капельки **молока, слизи, межклеточное вещество** кости, хряща и **зубная эмаль**, вырабатываемые клетками соответствующих тканей.

НЕФТЕПЕРЕГОННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Все живые клетки (кроме бактерий) содержат очень важные органеллы — **митохондрии**, которые можно образно назвать «энергетическими станциями» клетки. Их может быть совсем немного, всего несколько штук, но существуют клетки, которые содержат свыше 1000 митохондрий. Эти миниатюрные тельца

имеют различную форму — от шариков до нитей и палочек. Как и хлоропласты, митохондрии покрыты двойной мембраной. Наружная мембрана митохондрий гладкая, а внутренняя имеет множество складок, разделяющих полость митохондрий неполными перегородками. Эти складки во много раз увеличивают поверхность мембраны, ведь именно на ней «сидят» **ферменты**, осуществляющие важнейшие химические реакции. Помните, в хлоропластах ферменты также располагались на внутренней мембране, упакованной для увеличения поверхности в стопки мешочков — граны?

А вот функция митохондрий, по строению похожих на хлоропласты, прямо противоположная. Если хлоропласты синтезируют органические вещества из углекислого газа и воды, затрачивая энергию (света) и выделяя кислород, то митохондрии, наоборот, «сжига-



Митохондрия:
А — перерисовка электронной микрофотографии;
Б — реконструированная схема
1 — наружная мембрана;
2 — внутренняя мембрана; 3 — полость митохондрии; 4 — складки внутренней мембраны

ют» органические вещества, то есть фактически осуществляют обратную реакцию: тратят кислород, выделяют углекислый газ и воду и — самое главное — получают энергию.

Полученная в результате окисления энергия запасается в молекулах особого вещества, которое сокращенно называется **АТФ (аденозинтрифосфорная кислота)**. Это вещество можно назвать стандартной «батарейкой», от которой могут работать все «приборы», все **органеллы** клетки.

Молекулы АТФ выходят из митохондрий и переносятся ко всем органеллам клетки, работа которых связана с затратой энергии. Митохондрии каким-то образом передвигаются в цитоплазме и обычно сосредотачиваются в той части клетки, где в этот момент идет особенно интенсивная работа. Естественно, число митохондрий в клетке также прямо пропорционально интенсивности выполняемой ею работы. Особенно много митохондрий в клетках мышц.

МАЛЕНЬКИЕ ХИМЕРЫ

Химерой древние греки называли мифическое чудовище с головой и шеей льва, туловищем козы и хвостом дракона. Биологи называют **химерами** любые организмы или клетки, составленные из частей разных организмов. Обычно химерные организмы получают в лабо-

ратории для различных генетических экспериментов, но оказалось, что химерами являются клетки абсолютно всех **ядерных организмов — растений, животных** и **грибов!**

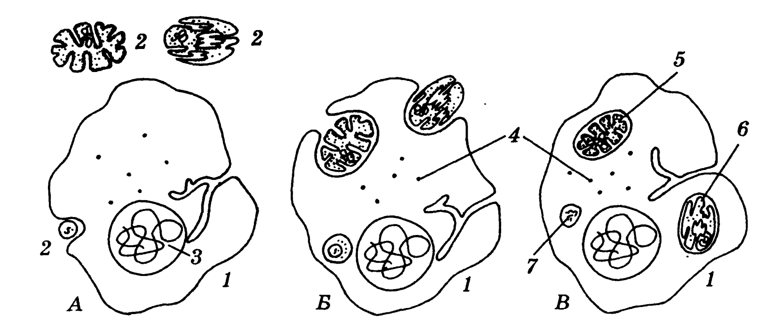
Началось это удивительнейшее открытие XX века с обнаружения в **митохондриях** и **хлоропластах**, очень похожих друг на друга органеллах, **кольцевой ДНК**. Кроме того, митохондрии и хлоропласты, как выяснилось, размножаются делением и при этом их ДНК, как и положено при делении, удваивается. Это было и само по себе удивительно — зачем отдельным органеллам своя генетическая информация? Но еще удивительнее было то, что кольцевая ДНК свойственна безъядерным клеткам бактерий, а у ядерных организмов ДНК всегда линейная. Мало того, **белки**, поддерживающие структуру ДНК, в митохондриях и хлоропластах оказались аналогичные именно бактериальным, а не животным или растительным белкам. У ученых не осталось сомнений — в органеллах клеток ядерных организмов содержится бактериальная ДНК! Как она туда попала?

На этом чудеса не закончились. Ученым уже было известно, что не только ДНК, но и **рибосомы** бактерий и ядерных организмов отличаются друг от друга по своему строению. Так вот, в митохондриях и хлоропластах тоже обнаружили их собственные рибосомы. Вы, наверное, уже догадываетесь, какого типа были эти рибосомы? Конечно, бактериального!

Анализ белков внутренней и внешней мембран этих загадочных органелл показал, что наружная мембрана их является, в сущности, продолжением мембраны **ЭПС**, а вот внутренняя — не что иное, как наружная (и единственная, у бактерий нет внутренних мембран) мембрана клетки бактерии.

Разгадка может показаться нам, живущим в XXI веке, простой, но она была настолько невероятной, что ученые долго не могли поверить собственным гипотезам. Да, в состав клеток ядерных организмов входят клетки **бактерий!**

Видимо, когда-то давным-давно первые ядерные организмы питались подобно современным амебам — захватывая ложноножками бактерий и переваривая их внутри клеток. И вот однажды случилось так, что клетка поглотила бактерию, но переварить ее не смогла или не «захотела», а поставила себе на службу. По-видимому, первые ядерные организмы еще не умели полностью окислять сахара до углекислого газа и воды (подробнее о способах **биологического окисления** вы можете прочитать на с. 370), пользуясь только **брожением**, а какие-то бактерии уже «изобрели» такой способ получения энергии. Ничего удивительного в этом нет — бактерии, отставая от животных и растений в области построения многоклеточных организмов, намного опережают их в биохимической изобретательности. Какие только химические реакции не умеют осуществлять бактерии!



Образование ядерной клетки в результате симбиоза древнего ядерного организма с бактериями: А — стадия свободноживущих бактерий и ядерных организмов; Б — поглощение ядерной клеткой бактерий; В — симбиотическая клетка, объединяющая несколько клеток 1 — ядерная клетка; 2 — бактерии разных типов; 3 — ядро; 4 — рибосомы; 5 — митохондрия; 6 — хлоропласт; 7 — центриоль

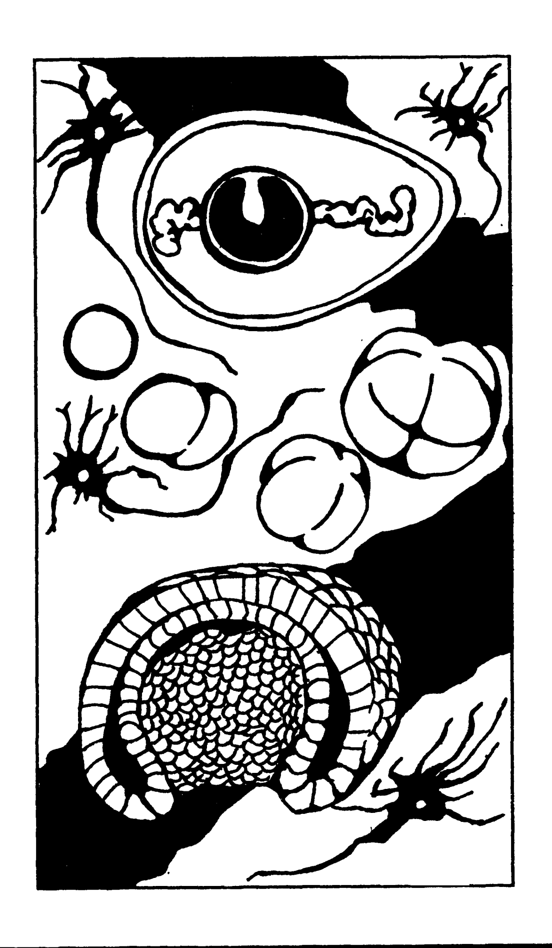
Бактерии, умеющие окислять сахара до конца, извлекая из них максимум энергии, оказались очень полезными для клеток ядерных организмов, а те в обмен на эту услугу предоставили им «и стол и кров». Получился **симбиоз** — взаимовыгодное сожительство различных организмов. За миллионы лет, прошедшие с момента заключения этого союза, бактерии, ставшие теперь митохондриями, постепенно утеряли часть своей самостоятельности: теперь только около 30% нужных им белков они синтезируют сами, а остальное — получают от клетки-хозяина.

Хлоропласты, видимо, образовались из тех бактерий, которым удалось «изобрести»

фотосинтез. Судя по всему, это были **цианобактерии**, или **синезелёные водоросли**, и до сих пор живущие в «диком» состоянии.

Если всё это так, то перед медиками встает очень важный вопрос. Сейчас созданы **антибиотики** против очень большого числа бактерий, не могут ли некоторые из них оказывать отрицательное влияние на бывших бактерий, ставших теперь митохондриями клеток человеческого тела? А если могут, то стоит ли пользоваться этими антибиотиками?

РАЗВИТИЕ



ЧТО ТАКОЕ РАЗВИТИЕ?

Организм — не простое скопление клеток, расположенных в случайном порядке. Поэтому совершенно очевидно, что **развитие** любого существа не может состоять в простом увеличении числа входящих в него клеток.

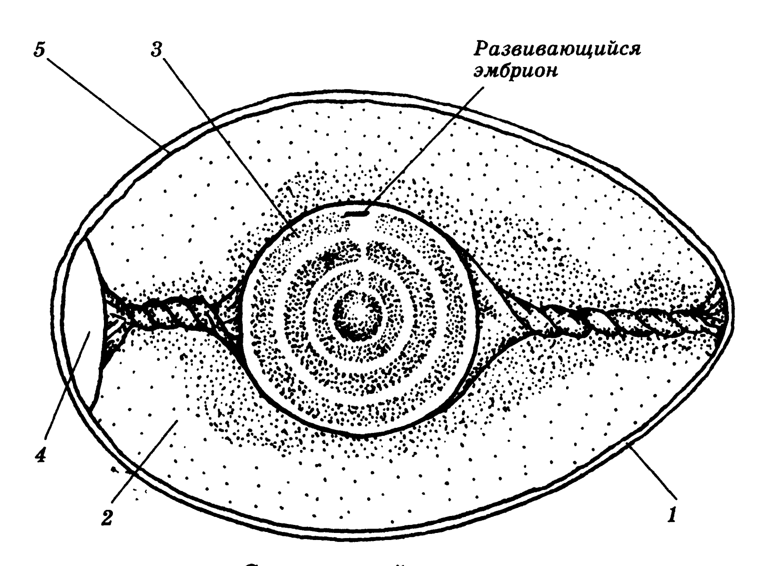
Развитие включает в себя целый ряд процессов. В первую очередь — развитие самих **клеток, их дифференциацию и специализацию.** По мере развития клетки становятся «специалистами», способными выполнять конкретную работу, но плохо или вовсе не выполняющими другие функции. В организме человека встречается примерно 200 типов клеток, и, значит, по меньшей мере, две сотни клеточных «профессий».

Кроме того, специализированным клеткам следует определенным образом расположиться друг относительно друга, занять «предназначенные» им места и образовать **ткани**, а из тканей — **органы**. Затем необходимо создать систему управления этими органами. Только после этого организм может считаться самостоятельным. Однако на этом развитие не заканчивается. Организм растет, приспосабливается к окружающей среде, набирается сил и готовится приступить к **размножению**. Практически у всех растений и животных можно выделить периоды детства, молодости, зрелости и старости. Да, **старение** — это тоже развитие. Так что развитие фактически продолжается всю жизнь организма и заканчивается, увы, смертью.

РОДИТЕЛЬСКОЕ ТЕПЛО

Развитие многоклеточных организмов начинается с **оплодотворения яйцеклетки.** Оплодотворенную яйцеклетку принято называть **зиготой**, подчеркивая употреблением нового слова, что это уже не отдельная клетка материнского организма, а новая особь, пусть пока еще маленькая и беззащитная.

Для развития оплодотворенных яйцеклеток — зигот — необходимо тепло. Большинство животных, особенно низкоорганизованных, полагаются в этом деле на природное тепло. **Рептилии**, например, как правило, закапывают **яйца** в теплый песок, где они бла-



Строение яйца птицы:
1 — скорлупа; 2 — белок; 3 — желток;
4 — воздушная камера; 5 — подскорлуповая оболочка

гополучно развиваются. Но более высокоорганизованные существа не бросают яйца на произвол судьбы, а проявляют удивительную заботливость.

Птицы чаще всего используют тепло собственного тела, насиживая яйца. Однако **перья** — плохой проводник тепла. Одна из самых важных функций перьев — как раз уменьшение теплопотерь. Но, защищая тело птицы от охлаждения, перья также и не дают ей возможности отдать свое тепло развивающимся зародышам. Пернатые нашли выход из этого противоречия.

В период размножения у птиц на нижней части тела появляются особые **наседные пятна**. В этих местах пух частично выпадает, подкожный жир исчезает, а приток крови к коже усиливается. Поэтому она становится особенно теплой. Садясь на гнездо, птица раздвигает брюшные перья, чтобы яйца могли соприкасаться с кожей наседных пятен.



Наседных пятен бывает от одного до трех. Возникают они, естественно, только у тех птиц, которые занимаются насиживанием. У многих **воробьиных** птиц насиживание — обязанность самок, соответственно только у них и бывают наседные пятна.

Если высиживанием занимаются самцы, как это бывает у американских **нанду** или новозеландских **киви**, то наседные пятна развиваются лишь у самцов. А у **цапель, крачек, куликов**, насиживающих яйца по очереди, наседные пятна бывают и у самок, и у самцов.

Некоторым птицам наседное пятно не понадобилось. У крупных **пингвинов** — **королевского** и **императорского**, обитающих в самой холодной части земли на побережье Антарктиды и размножающихся в самое холодное время года — антарктической зимой, наседных пятен нет. Эти птицы передвигаясь по льду и отдыхая, принимают вертикальную позу. Если бы у них на животе были наседные пятна, они при 30–60-



Пингвин, «насиживающий» яйцо



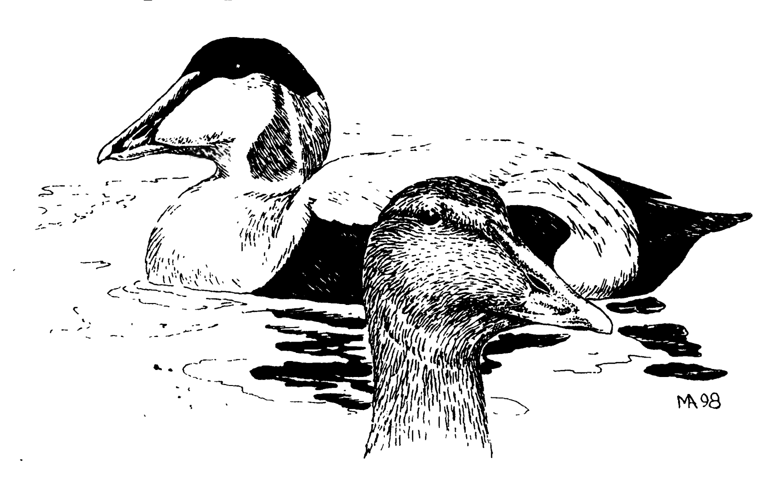
Олуши

градусных морозах мигом бы выстудили организм пингвинов.

Крупные пингвины свое единственное яйцо закатывают себе на широкие перепончатые лапы и закрывают складкой кожи на животе, почти заворачивают в нее яйцо. Это отлично его согревает, да и лапы пингвина не мерзнут. Нет наседных пятен и у **олушей.** Их заменяют перепончатые лапы. «Наседка» накрывает яйца своими большими лапами и ложится на них.

У уток пух на брюхе выпадает не сам — готовясь к размножению, самки его выщипывают и — не бросать же добро — выстилают им гнездо. В таком гнезде яйца не мерзнут даже тогда, когда наседки отправляются кормиться. Покидая гнездо, утка прикрывает яйца пухом.

Некоторые крупные **змеи**, живущие в тропиках, не полагаются на природное тепло. Они способны, как птицы, насиживать собственные яйца. Для этого они обвиваются вокруг кладки и согревают их своим теплом. Это может показаться странным, ведь всем известно, что змеи существа холоднокровные. Однако температура тела змеи все-таки выше температуры окружающего воздуха, а, кроме того, когда змея немножко «побегает», она может сильно разогреться. Когда температура воздуха



Гага обыкновенная — утка, обладающая самым теплым пухом



Питон, насиживающий яйца

достаточно высока, **питон** лежит неподвижно, но стоит ему озябнуть, как у него начинает работать поперечная мускулатура тела. При этом тело змеи то становится тонким, то опять утолщается. Движения осуществляются в быстром темпе, и со стороны это выглядит так, как будто змея дрожит. Питон трудится старательно, а силой он обладает немалой, пока не согреется сам и не согреет яйца.

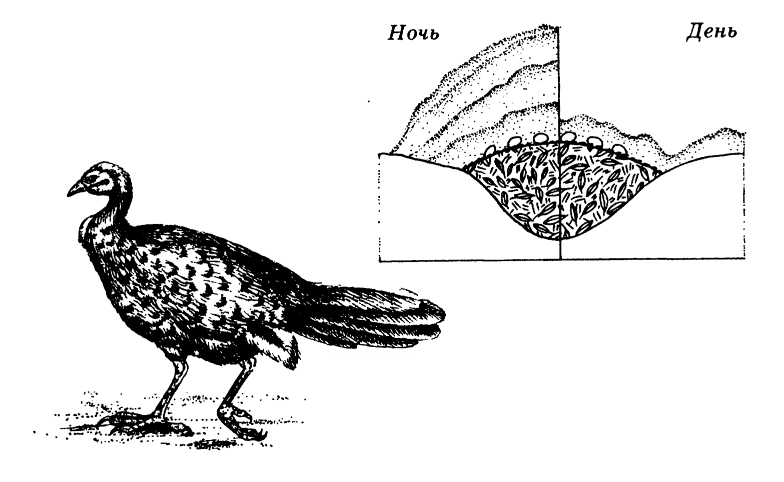
ТОПИМ ПЕЧИ

Сорные куры совсем освободились от скучной обязанности насиживания яиц. Те из них, что живут на вулканических островах, греют

яйца у этой естественной «печки». Они находят места, где из глубин Земли выделяется тепло, и самки откладывают туда яйца, оставляя их затем под присмотром самца, который следит за тем, чтобы развивающиеся эмбрионы не перегрелись. Сорные куры острова Сулавеси, живущие вдали от вулканов, на время размножения переселяются поближе к побережьям, где самки откладывают яйца в черный песок пляжей, который хорошо прогревается. Аналогичным образом поступает **египетский бегунок**, больше известный как **крокодиловый сторож**. Самки этих птиц откладывают яйца в песок на берегах Нила, закапывая их



Египетский бегунок



Сорная кура и схема ее «инкубатора»

на глубину 10 см. За яйцами приглядывают самцы. Когда возникает опасность перегрева, они смачивают песок над кладкой своими мокрыми перьями, для чего регулярно бегают купаться.

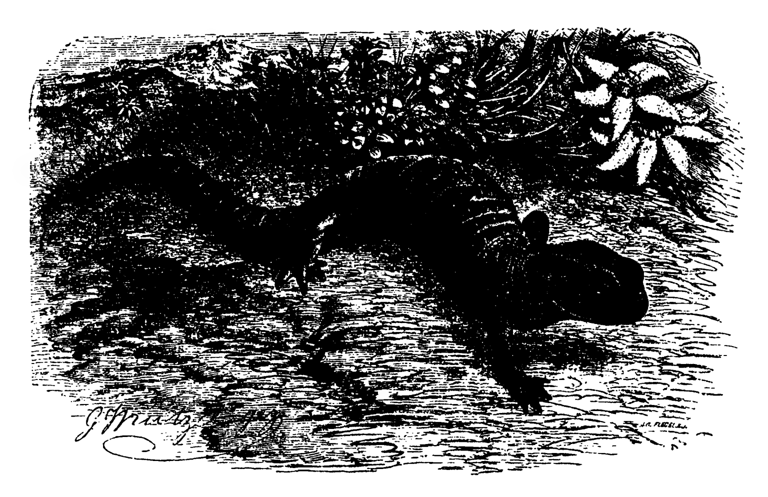
Самцы других видов сорных кур сооружают для яиц **инкубаторы**. Они представляют собой огромные кучи лесного мусора до 15 метров в диаметре и высотой до 1,5 метра. Такую кучу листьев и прелой травы самец сгребает самостоятельно. В ней поселяются сонмища **бактерий**, вызывающих гниение, и согревают яйца, закопанные в эту кучу.

Чтобы поддерживать процессы гниения на необходимом уровне, самцу весь растянутый период размножения, 11 месяцев в году, приходится трудиться не покладая рук. Он постоянно ворошит мусор, позволяя кислороду

проникать внутрь кучи, постоянно подбрасывает в нее «дровишки» — новые порции мусора — или разгребает кучу, чтобы предохранить яйца от перегревания. Для точного определения температуры у самцов есть градусник: измеряя температуру, он засовывает в мусор клюв.

Согревать растущих и развивающихся детей теплом собственного тела умеют многих виды животных. Теплокровным животным согревать зародыш, развивающийся в теле матери, нетрудно. Ведь температура их тел постоянно держится на уровне 37° или выше. Однако этим занимаются даже холоднокровные существа.

Весной в разгар размножения **амфибиям** тепла не хватает. Трудно выбрать в водоеме место, где солнце весь день согревает воду.



Альпийская (чёрная) саламандра.

Выход из этого положения — переход к живорождению, чтобы все развитие икринок проходило в теле матери. Вот почему **чёрная,** или **альпийская, саламандра**, живущая в суровых горных условиях, вынашивает детенышей в утробе. На это у нее уходит около года, а в высокогорьях иногда целых три. Это абсолютный рекорд продолжительности беременности среди всех позвоночных животных!

КЛУБОК ЗМЕЙ

Про человеческий коллектив, в котором постоянно происходят ссоры, говорят, что это «клубок змей». Оказывается, настоящие змеи действительно иногда могут свиваться в большие клубки. Раньше случалось находить 50, 100 и больше змей, переплетенных друг с другом. Никто не знал, с какой целью они это делают, но совершенно очевидно, что не вражда друг к другу, не желание нанести вред своим соплеменникам толкает их на это. Оказавшиеся в клубке змеи ведут себя по отношению друг к другу вполне доброжелательно.

Клубок змей — явление настолько необычное и редкое, что далеко не всем специалистам по змеям случалось наблюдать это явление. Неудивительно, что в конце XIX — начале XX столетия, когда о встрече со свившимися в клубок змеями иногда появлялись сообщения в печати, многие зоологи считали их обычными



Клубок подвязочных змей

охотничьими байками. В последние десятилетия также никто не хвастался, что наблюдал в нашей стране или даже в Средней Азии, где змей много, подобное поведение змей. Впрочем, змей стало так мало, что трудно представить, чтобы вместе собралось хотя бы 20 представителей этих существ, яростно преследуемых человеком.

Однако «клубок змей» — не плод человеческой фантазии. Зоологи некоторых стран, где змей еще много, иногда с этим явлением сталкиваются. Австралийские ученые решили выяснить, что заставляет змей собираться вместе. Им помог случай: однажды удалось подсмотреть, с чего начинается образование клубка.

В то утро на глазах у молодого сотрудника зоологической лаборатории Сиднейского университета из расщелины в скале медленно выползла змея и стала взбираться на камень с очевидной целью погреться на солнышке, а за нею стройными рядами выползло еще штук 15 змей. Забравшись на камень, змеи устремились к своему «предводителю» и стали обвиваться вокруг него. Зоолог выловил винов-

ника этой кутерьмы и унес в лабораторию, чтобы выяснить, что же в нем такого необычного, что заставляет других змей собираться вокруг него и льнуть к нему.

Выловленная змея оказалась самцом, но при этом интенсивно выделяла женский **феромон**, особое пахучее вещество, которое в брачный период выделяют самки, чтобы самцам легче было их разыскивать. В Южной Австралии зимой бывает прохладно, и змеи впадают в спячку. Весной они покидают подземные убежища не одновременно. Первыми появляются на поверхности самые сильные и здоровые. Через несколько дней вслед за ними выходят хилые. Им очень трудно отогреться, особенно если погода пасмурная. Вот они-то и «притворяются» самками и начинают выделять брачный феромон. Вышедшие первыми и уже успевшие отогреться самцы спешат на призыв обманщиков и, когда их собирается много, возникает клубок. Самки в это время еще не готовы к брачным играм и брачный феромон не выделяют, поэтому все самцы и устремляются к обманщикам.

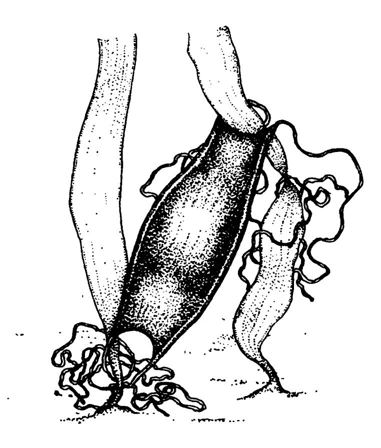
Известно, что **пчелы**, сбившись зимой в живой шар, так поднимают внутри него температуру, что матка, которая там находится, не мерзнет даже в сорокаградусные морозы.

Ученые прикрепили к 24 змеиным самкам миниатюрные термометры и пустили их в клубок. В окружении самцов температура этих самок за 30 минут увеличилась на 16 °С. Выхо-

дит, что сильные здоровые самцы помогают своим хилым братьям отогреться и приобрести спортивную форму. Вот, оказывается, для чего слабые самцы змей притворяются самками.

ПРОЦЕСС ПОШЕЛ!

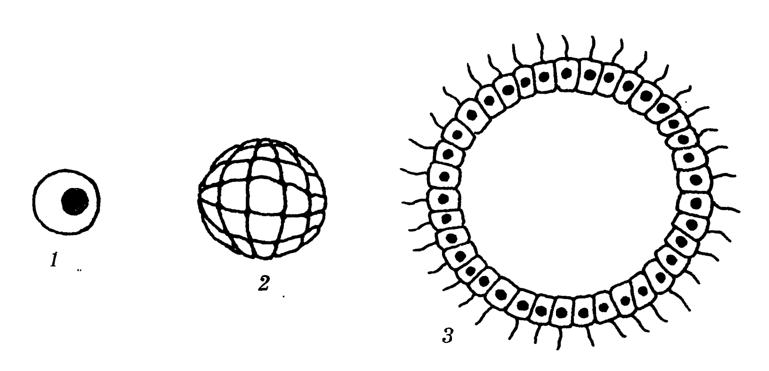
Зиготам, развивающимся в теле матери, хорошо — они защищены от внешнего мира. Другое дело — **яйца**, развивающиеся вне материнского организма. Они подвергаются различным опасностям и невзгодам. Таким клеткам требуются особые защитные приспособления, предохраняющие яйцо, а потом и зародыша от механических повреждений, нападения вредителей и высыхания. Ярким примером таких приспособлений служат яйца **акул**, **рептилий** и **птиц**. Строго говоря, большая часть того, что мы называем «яйцом», — его «белок», пленки и скорлупа или кожистый футляр — это **яйцевые оболочки**, и только желток является истинным яйцом, то есть оплодотворенной яйцеклеткой.



Яйцо акулы, «привязанное» нитями кожистой оболочки к водорослям

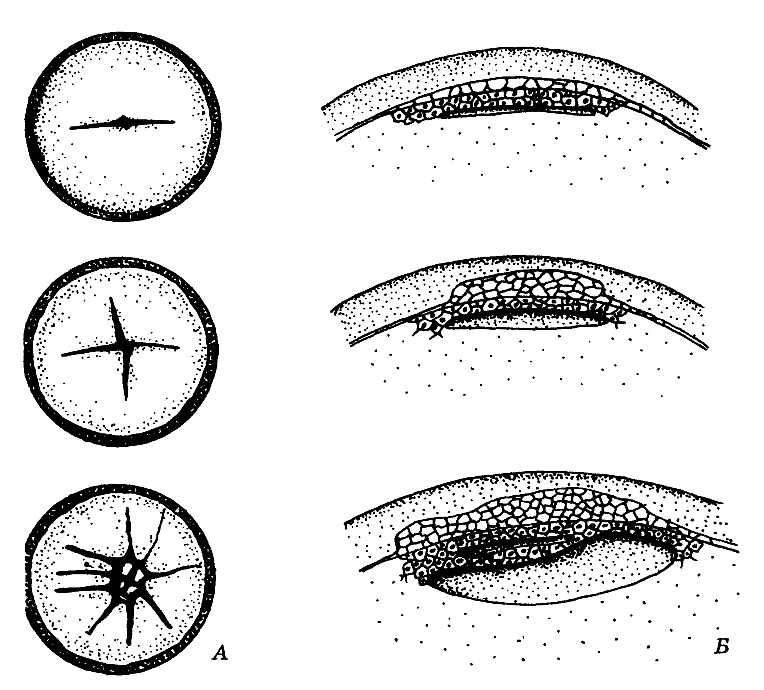
Оплодотворенному яйцу, чтобы начать деление, необходима серьезная подготовка. Вот почему между оплодотворением и началом первого деления проходит определенный отрезок времени от 3 часов до полутора суток. А у некоторых животных, например у северных **летучих мышей** или у **соболя**, у которых оплодотворение яйцеклеток происходит в осенне-зимний период, развитие зародыша начинается лишь весной, когда будущие матери получают возможность охотиться и хорошо питаться.

Развитие начинается с того, что зигота начинает делиться. Сначала она делится на две клетки. Затем каждая из этих клеток тоже делится на две клетки и так далее. У **ланцетников**, примитивных хордовых животных, первые 7 делений происходят строго синхронно у всех клеток, в результате образуется пузырек из 128 клеток, полость которого заполнена жидкостью.

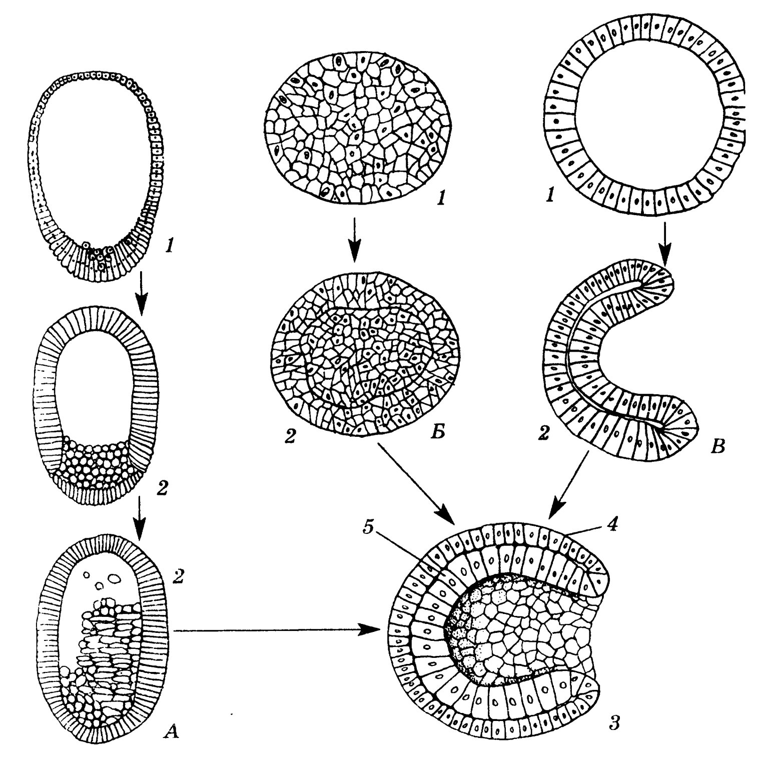


Деление зиготы у ланцетника:
1 — зигота; 2 — шарик из нескольких клеток; 3 — полый шар из клеток (бластула)

Так начинают развитие мелкие яйцеклетки. Куриное яйцо сразу разделиться на несколько клеток не может. В крупных яйцеклетках **амфибий, рептилий, птиц** и **акул** содержатся большие запасы питательных веществ — желток. Ядра таких яйцеклеток обычно находятся с краю. Отсюда и начинается его **дробление**. Поначалу между половинками разделившегося ядра возникает крохотный кусочек **клеточной мембраны**, как бы ширмочка, и только позже, при последующих делениях вновь образуемых ядер, разделение этих клеток завершается.



Дробление у птиц: А — вид сверху; Б — в разрезе



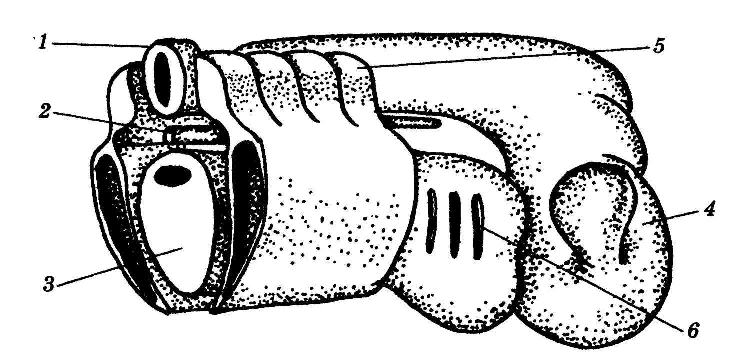
Разные способы образования двухслойного зародыша (гаструлы):
А — иммиграция; Б — расслоение; В — впячивание
1 — бластула; 2 — промежуточные стадии;
3 — гаструла; 4 — наружный слой клеток (эктодерма); 5 — внутренний слой клеток (энтодерма)

На той стороне желтка, где находится клеточное ядро, дробление происходит быстрее, но клетки бывают мелкими. На противоположной стороне они более крупные, перегружены желтком и делятся медленнее. У лягушки в процессе деления образуется около

4000 клеток, из которых примерно 3000 мелких. В этот момент **зародыш** имеет шарообразную форму с большой внутренней полостью. Стенка этого шара состоит из одного, а у других животных из нескольких слоев клеток. После этого начинается процесс образования первичных органов: зародышевой кожи и кишки.

Этот процесс может происходить несколькими способами. У более развитых животных клетки шара (его называют **бластулой**) начинают делиться таким образом, что одна из разделившихся клеток остается наверху, а вторая оказывается внизу, формируя второй внутренний слой клеток шара. Из верхнего слоя формируется **зародышевая кожа**, из нижнего — **зародышевая кишка.**

Другие животные используют иной способ формирования этих органов. Он состоит в том,

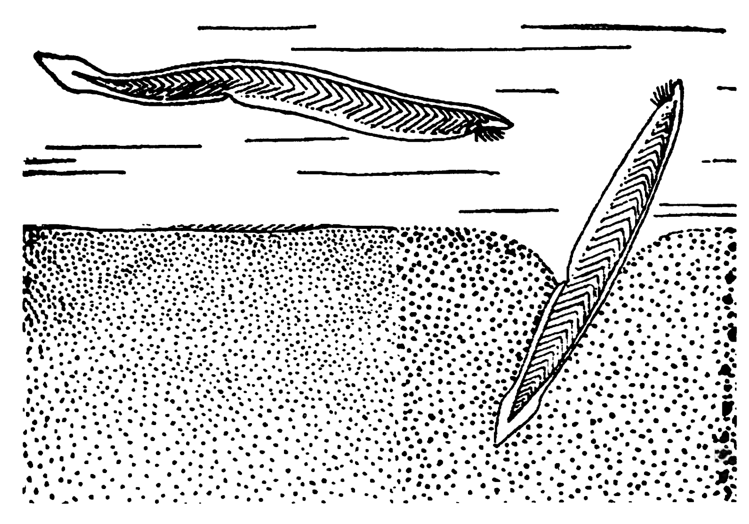


Зародыш (стадия нейрулы) ланцетника:
1 — нервная трубка; 2 — хорда; 3 — кишка;
4 — зачаток головного мозга; 5 — зачатки мышц;
6 — жаберные щели

что в одном из участков бластулы начинается усиленное деление клеток и вселение их внутрь шара. Они постепенно заполняют всю его полость, а затем внутри них появляется новая полость. И в этом случае из наружного слоя шара формируется кожа, а из внутреннего скопления клеток — кишка.

Еще один способ образования зародышевой кишки заключается в том, что стенка шара впячивается внутрь, смыкаются и отшнуровываются от верхнего слоя клеток, а полость шара постепенно уменьшается. Эта часть внедрившейся стенки шара и становится кишкой. Возникает овальный зародыш с отверстием на заднем конце, ведущим в полость кишки.

Затем на верхней стороне зародыша опять происходит процесс впячивания. В результате



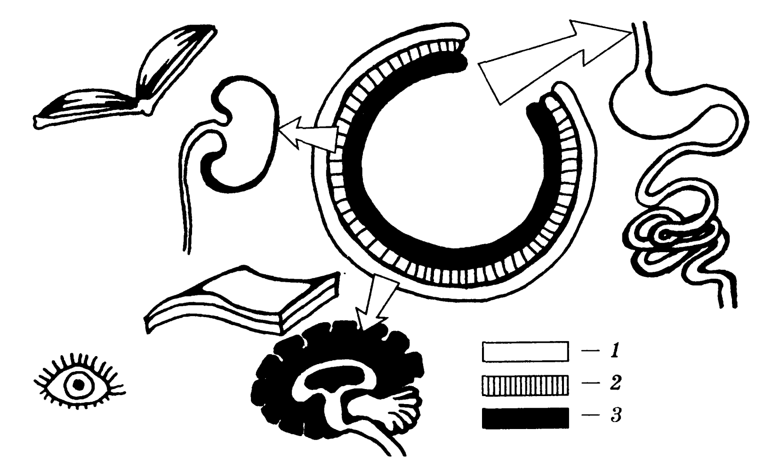
Ланцетник

отшнуровавшаяся часть превращается в **нервную трубку**, а между ней и кишкой появляется длинное образование — **хорда**. Таков процесс формирования зародыша ланцетника — примитивного существа, которое из всех живущих сейчас на Земле животных, видимо, стоит ближе всех к предкам позвоночных.

ОНИ УЗНАЮТ ДРУГ ДРУГА «В ЛИЦО»

Мы познакомились с тем, как начинается развитие оплодотворенной яйцеклетки. На начальном этапе развития зародыша его клетки просто делились и оставались «жить» там, где появились на свет. Можно подумать, что эти первоначальные структуры формируются совершенно случайно и образующим их клеткам совершенно безразлично, где они оказались и кто их соседи. Однако это не так. Помогли это выяснить лягушки. Их зародыши обладают удивительным свойством. Если их икринки развиваются в воде, куда добавлено немножко пищевой соды, клетки зародыша между собой не слипаются, как им полагается. Это свойство позволило «разобрать» зародыши лягушки на отдельные клетки. Если эти клетки поместить в специальный питательный раствор, они не погибают, а вновь приобретут способность слипаться между собой.

Разборку на «кирпичики» ученые осуществляли, когда в зародыше было уже три слоя



Зародышевые листки и органы, развивающиеся из них
1 — эктодерма; 2 — мезодерма; 3 — энтодерма

клеток. Верхний, как вы уже знаете, — зародышевая кожа (**эктодерма**). Внутренний слой предназначен для создания кишечника и его производных (**энтодерма**). А из промежуточного слоя клеток (**мезодермы**) образуются мышцы, кости, соединительные и другие ткани.

Как вы думаете, что произойдет, если клетки двух или трех слоев зародыша смешать между собой и поместить в питательный раствор?

Оказалось, что в этом случае клетки рассортируются на два или три сорта и при этом каждый сорт клеток займет соответствующее ему место, то, которое они занимал в зародыше. Так, если смешать клетки всех трех слоев, то из них образуется шарик, похожий на зародыш. Внутри этого шарика окажется кро-

хотный шарик из слепившихся клеток энтодермы. Сверху он будет окружен, хотя, скорее всего, не очень полно, клетками мезодермы. А снаружи шарик окажется покрыт слоем клеток эктодермы.

Интересно, что если взять клетки только двух слоев — наружного и внутреннего, клетки каждого сорта слепятся между собой по отдельности, а друг друга замечать не будут, не проявляя никакого интереса к соседям.

Теперь вернемся к нашему искусственному зародышу из клеток трех слоев. Если клетки среднего слоя не сумели создать вокруг шарика из внутренних клеток сплошной оболочки, то и клетки наружного слоя эту часть шарика, не покрытую мезодермой, тоже оставят голой. Оказывается, клетки зародыша не только способны узнавать своих бывших соседей, но и знают, как им следует относиться к клеткам других слоев зародыша. Клетки верхнего и внутреннего слоев способны вступать в контакт только с клетками про-

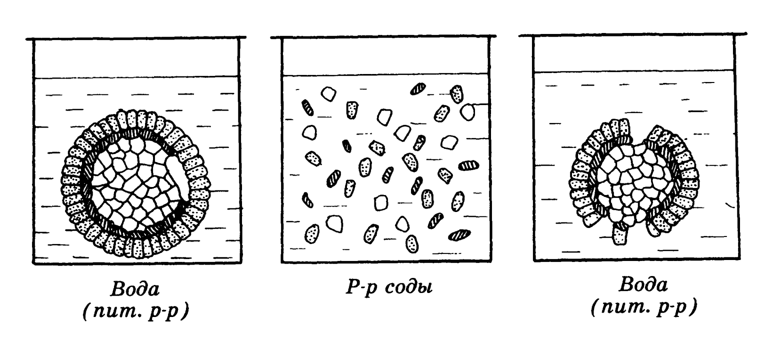


Схема опыта с зародышами лягушки

межуточного слоя, зато промежуточные клетки охотно вступают в контакт и с теми, и с другими. Благодаря этому зародыши всегда образуются правильно, и клетки не «путают», где им следует находиться.

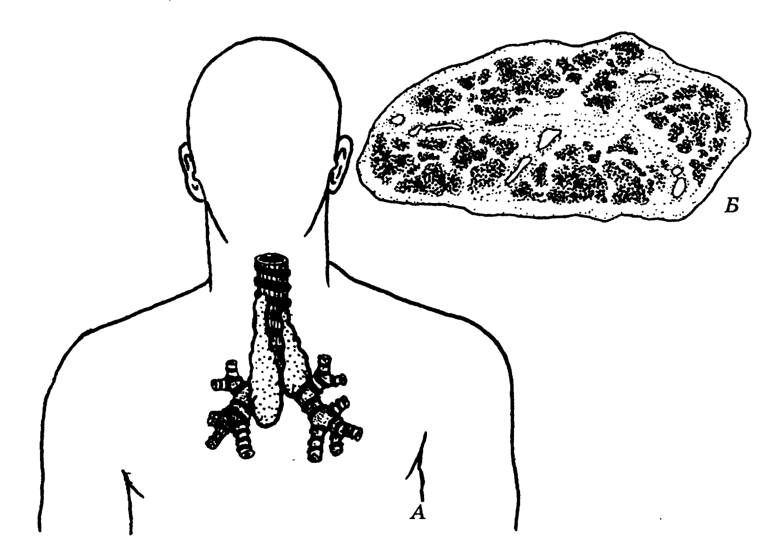
ОНИ НЕ ДОМОСЕДЫ

В зародыше довольно рано появляются клетки, являющиеся узкими специалистами в каком-либо виде деятельности. Интересно, что появление этих клеток, их формирование часто происходит не там, где им придется работать, а где-нибудь на стороне, иногда довольно далеко от места будущей работы. Когда потребность в их деятельности созреет, этим клеткам приходится перебираться на новое место жительства, к месту будущей работы. Может показаться удивительным, но этот процесс происходит даже у человека.

О миграциях клеток тела в ходе развития организма ученые знали уже достаточно давно, но о том, как путешествующие клетки находят дорогу к месту работы, выяснить было непросто. Проще всего было предположить, что клетки находят дорогу по «запаху». Однако доказать, что именно запах помогает им найти дорогу, крайне трудно. Такая возможность бесспорно доказана лишь в одном-единственном случае: так находят дорогу клетки-предшественники **лимфоцитов**, белых клеток

крови, из **костного мозга**, где они образуются, в **вилочковую железу** — **тимус**, находящуюся у нас между трахеей и грудиной.

Конечно, клетки крови не обладают обонянием. Речь идет о химической чувствительности клеток, об их способности реагировать на определенные химические вещества. Чтобы доказать, что незрелые клетки костного мозга активно разыскивают вилочковую железу, их помещали на границе двух крохотных камер. Если в обеих камерах была плазма крови, клетки костного мозга так и оставались там, куда их помещали. Иначе вели себя эти клетки, когда в одной из камер оказывалась жидкость, взятая из вилочковой железы. Тогда клетки перебирались в эту камеру.



Тимус: А — расположение в организме человека; Б — строение на поперечном срезе

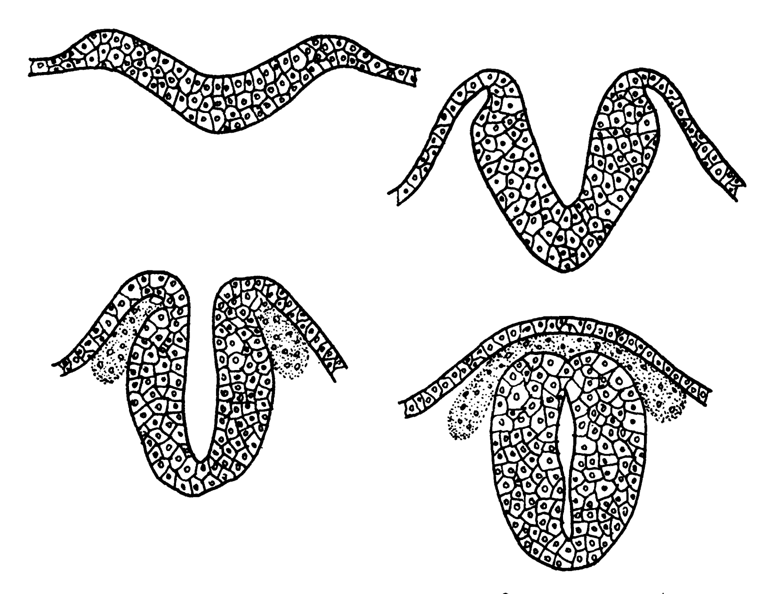
Как происходит поиск нужного органа? Почувствовав присутствие нужного вещества, клетки начинают передвигаться в его сторону, а попав туда, начинают двигаться в ту сторону, где его концентрация выше, пока не обнаружат орган, из которого оно выделяется, и проникают в него. Попав в вилочковую железу, клетки-предшественники лимфоцитов проходят там «специализацию», превращаясь в **Т-лимфоциты**, которые играют важную роль в формировании **иммунитета**.

КТО ОТДАЕТ ПРИКАЗЫ?

Представьте себе станок-автомат для изготовления гвоздей. Что нужно для того, чтобы он приступил к их изготовлению? Во-первых, металл — чтобы было из чего делать гвозди. Во-вторых, электроэнергия — чтобы станок мог работать. А в-третьих... нужно включить станок.

А кто «включает» процесс дифференцировки клеток?

Каждая клетка любого организма имеет полный объем информации о том, как устроен организм, в котором она находится, а также о том, какие функции и каким образом должны выполнять клетки данного организма. Действительно, клетки умеют делать то, что им положено, но кто-то должен им дать команду. Оказывается, команду дают клетки-



Развитие нервной трубки зародыша амфибии

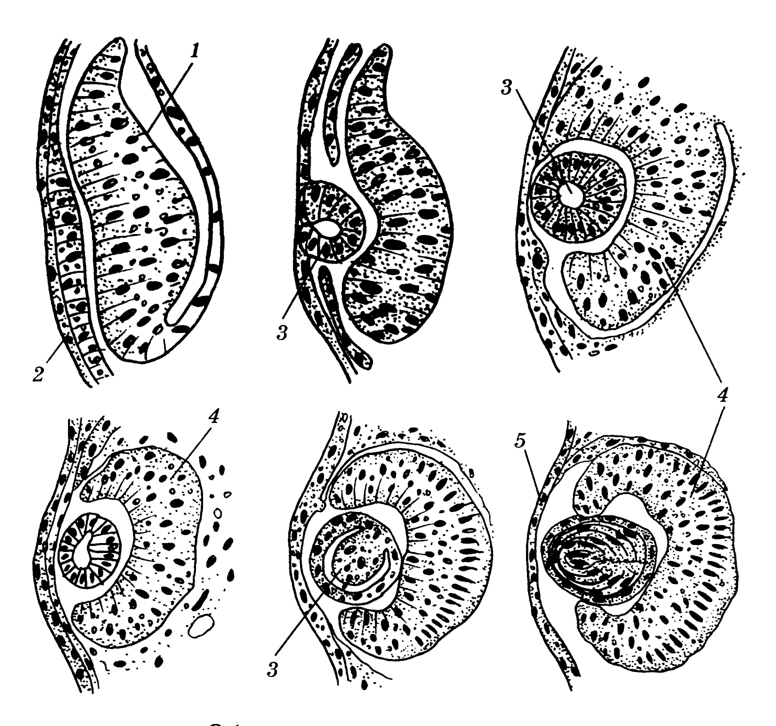
соседи из тех, кто появился раньше и успел сформироваться.

Вы уже знаете, что у зародыша довольно рано формируется **нервная трубка**. Затем на ее переднем конце возникает утолщение — зачаток головного мозга, а чуть позже по бокам этого зачатка возникают **глазные пузырьки**, зачатки будущих глаз.

Всё, что в глазу непосредственно относится к восприятию света, создается клетками нервной трубки, но создать глазодвигательные **мышцы**, глазной **хрусталик** и **роговицу**, тем более веки и ресницы, клетки нервной трубки не могут. Обязанность создать хрусталик и роговицу возложена на клетки верхнего слоя зародыша, его **эктодерму**. Естественно, эктодер-

мальные клетки сами решить, когда им надо заняться этой работой, не могут и ждут указаний. Они получают их от глазного пузырька. Создание хрусталика начинается, когда глазные пузырьки подрастут и приблизятся к эктодерме зародыша. Пузырьки и дают команду начать строительство хрусталиков.

Если один из глазных пузырьков удалить, будьте уверены, ни глаз, ни хрусталик на той стороне головы у зародыша лягушки не вы-



Образование зачатка глаза:
1 — глазной пузырек; 2 — эктодерма;
3 — зачаток хрусталика; 4 — формирующаяся сетчатка; 5 — формирующаяся роговица

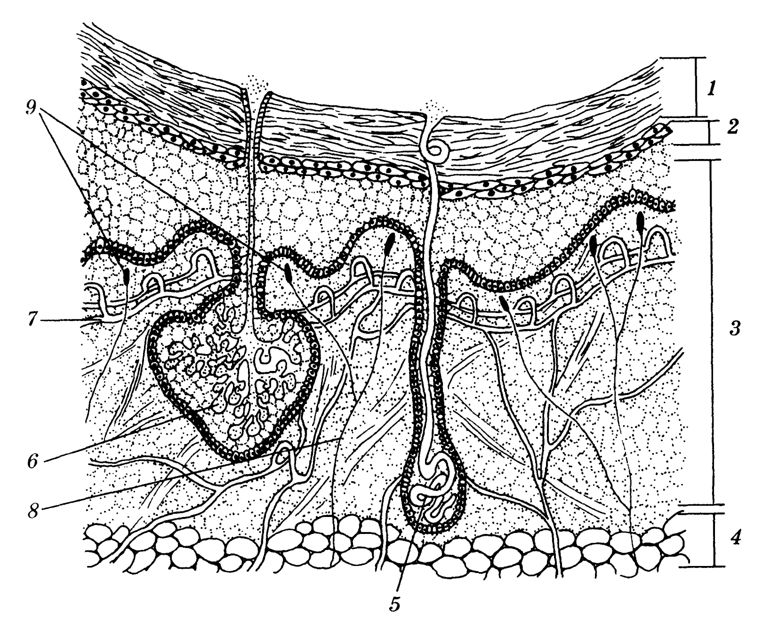
растет. Другое дело, если пересадить глазной пузырек на новое место, скажем, на шею будущего зародыша, — такие операции у них легко удаются, хрусталик будет создан. Сначала клетки оболочки зародыша станут впячиваться внутрь. Затем они замкнутся в пузырек и отшнуруются от образовавших их клеток. Этот крохотный пузырек станет зачатком хрусталика. Позже клетки наружной оболочки зародыша создадут над хрусталиком роговицу.

Итак, порядок работ на этом участке строительства глаза следующий. Хорда стимулирует создание у зародыша нервной трубки. Глазные пузырьки, возникшие из нервной трубки, вступают в контакт с наружной оболочкой зародыша, заставляя ее создать хрусталик. В свою очередь хрусталик дает команду на создание роговицы.

ГОДЯТСЯ И ЧУЖИЕ ПРИКАЗЫ

Удивительно, но клеткам и тканям организма в их деятельности по созданию организма годятся и чужие приказы. Во всяком случае, ткани кожи охотно выполняют такие распоряжения.

Знаете ли вы, как устроена **кожа** высших позвоночных? Она состоит из трех слоев: наружного — **эпидермиса**, среднего слоя — **дермы** и **подкожной клетчатки**. Собственно



Строение кожи: 1 — эпидермис (мертвые клетки); 2 — эпидермис (слой живых, делящихся клеток); 3 — дерма; 4 — подкожная жировая клетчатка; 5 — потовая железа; 6 — сальная железа; 7 — кровеносные сосуды; 8 — нервы; 9 — нервные «окончания» (рецепторы)

кожей является дерма. Во всяком случае, так переводится это слово с греческого языка. Приставка «эпи» переводится как «на», «над». Следовательно, эпидермис — это то, что над кожей.

Происхождение этих кожных слоев различно. Эпидермис образуется из **эктодермы**, а дерма — из **мезодермы**. В дерме проходят тоненькие кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и находятся кожные железы.

Кроме того, кожа формирует волосы, перья, ногти и когти.

Кожа цыпленка формирует три типа покровных структур: широкие перья крыла, узкие перья, которые покрывают большую часть тела курицы, и чешуйки на лапах, а, кроме того, когти. Как вы думаете, что будет, если эктодерму цыпленка, которая при контакте с хрусталиком вырабатывала роговицу глаза, пересадить на другое место к тому же цыпленку? Теперь она будет формировать перья. Мало того, если всё тот же участок эктодермы цыпленка скомбинировать с мышиной кожной мезодермой, она и в этом случае создаст перья.



Конечно, реально получить такого мышонка не удастся: зародыш, «скомбинированный» из кусочков тканей разных животных, погибнет

Способность понимать и выполнять приказы таких далеких друг другу существ, как курица и мышь, свидетельствует о том, что они, хотя и очень далекие, но родственники. Мышиная ткань дает команду куриной: «Образовать покровные структуры!», и куриная ткань выполняет эту команду как умеет. Она не умеет создавать волосы. Таких генов в куриной ткани нет. Ведь **птицы** и **млекопитающие** произошли от совершенно разных групп рептилий, их предки разошлись задолго до того, как впервые в эволюции появились волосы.

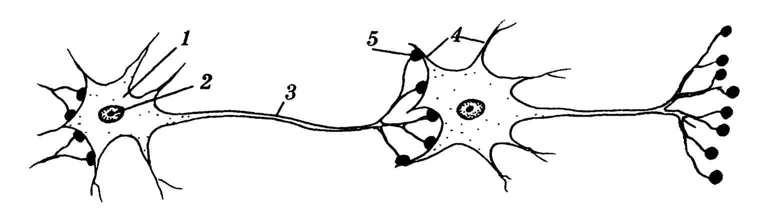
Другое дело — **зубы**. У первых птиц они еще были. Когда ученые скомбинировали эктодерму пятисуточного куриного эмбриона, взятую из области головы, где формировались челюсти, с мезодермой 16-суточного зародыша мыши, из области, где формируются зубы, куриная эктодерма создала зубы. Клетки куриного зародыша, не создававшие зубов в течение 10 миллионов лет, еще не забыли, как это делается.



ОБЗАВОДИМСЯ СВЯЗЯМИ

В мозговом зачатке **эмбрионов** любых животных **нервные клетки (нейроны)** еще не имеют отростков. Они развиваются позже и, что самое интересное, добираются именно до тех нейронов, с которыми обязаны обмениваться информацией. В сравнении с размером тела нервной клетки длина ее отростков кажется огромной, ведь им часто приходится тянуться через весь мозг или через всё тело животного. Как «узнает» растущий отросток, в какую сторону ему следует пробираться? Как он находит ту нервную клетку, с которой ему полагается образовать связь?

У **лягушки** можно перерезать **зрительные нервы**, передающие информацию от **глаз** в соответствующие отделы **мозга**. Подопытная лягушка, естественно, ослепнет, но инвалидом она будет недолго. Вскоре зрительные нервы регенерируют, и зрение восстановится полностью. Лягушка снова будет хорошо раз-

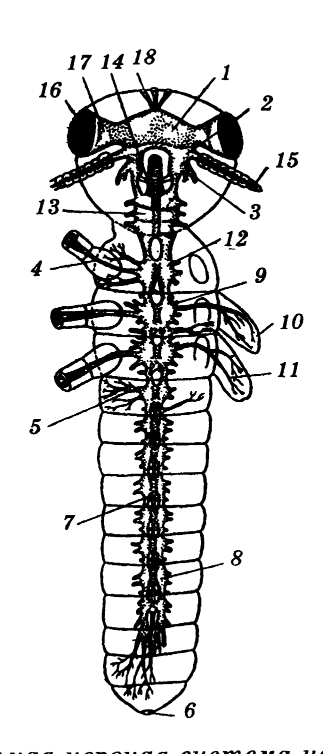


Строение нейрона:
1 — тело клетки; 2 — ядро;
3 — длинный отросток (аксон);
4 — короткие отростки (дендриты);
5 — синапсы (контакты с соседними клетками)

бираться в обстановке, «узнавать» по внешнему виду врагов и дичь и даже сумеет отличить ядовитых животных от пригодных в пищу. Полное восстановление зрения возможно потому, что все 500 тысяч волокон зрительного нерва, идущих от каждого глаза, находят «свои» нервные клетки, которым они обязаны передавать информацию, и устанавливают с ними прежние деловые контакты.

Подсмотреть, как нервные волокна прокладывают в мозгу путь, помогли **насекомые.** Рост отростков нервных клеток изучали в мозгу **саранчи и плодовой мушки — дрозофилы.** Их центральная нервная система состоит из головного мозга — главного нервного **ганглия,** в котором содержится около 50 тысяч нейронов, — и тянущейся от него цепочки соединенных между собой более просто устроенных нервных ганглиев. У саранчи ганглии цепочки содержат по 1000 нейронов каждый. Их устройство очень удобно для изучения. **Тела нейронов** находятся на нижней поверхности ганглия, а в середине и сверху он сплошь состоит из нервных волокон, **отростков нервных клеток,** находящихся в данном ганглии или в других участках нервной системы насекомого.

Сильные микроскопы позволили рассмотреть детали роста нервных волокон. Сначала из тела нервной клетки начинает выпячиваться отросток, чуть-чуть утолщенный на переднем конце. Его называют конусом роста. Он, как корешками, покрыт тонюсенькими, но



Центральная нервная система насекомого:
1 – протоцеребрум; 2 – дейтоцеребрум;
3 – тритоцеребрум; 4 – нерв ноги;
5 – сегментарные нервы брюшка; 6 – анус;
7 – непарный нерв симпатической системы;
8 – брюшной ганглий; 9 – ганглий среднегруди;
10 – крыло; 11 – нерв крыла; 12 – ганглий переднегруди; 13 – подглоточный ганглий;
14 – тритоцеребральная комиссура; 15 – усик;
16 – глаз; 17 – оптическая область мозга; 18 – глазок

очень длинными выростами, которые быстро развиваются, вытягиваются и глубоко проникают в окружающую ткань. Эти выросты и являются проводниками для растущего волокна. Они тянутся ко всем ближайшим клет-

кам, их отросткам, даже к выростам этих отростков и прикрепляются к ним.

Обычно соединения с соседними клетками бывают непрочными, и когда через некоторое время вырост, как сильно растянутая пружина, начинает сокращаться, то легко от них отцепляется. Только когда вырост наткнется на нужный ему нейрон или его волокно, он вбуравливается в его оболочку и так прочно закрепляется, что отцепиться уже не может. Теперь, сокращаясь, он подтягивает конус роста к облюбованной клетке. В общем, выросты для нервного волокна играют такую же роль, как поводок для воспитанной собаки: куда он ее потянет, туда она и бежит. Когда развитие нейрона закончится, выросты атрофируются.

Как же «узнает» вырост ту клетку, к которой ему необходимо прочно прикрепиться? Оказывается, обследуя соседние клетки, вырост ищет на их теле **белковые молекулы-метки**. Они и помогают выросту закрепляться на клеточной оболочке. Опознают метку специальные молекулы, имеющие к ней сродство. Они находятся в оболочке кончика выроста. Интересно, что нервные клетки мозга даже таких мелких созданий, как мушки-дрозофилы, используют сотни, а может быть, и тысячи типов молекул-меток и такое же количество опознающих их белков.

Наличие этих молекул для каждой нервной клетки может быть временным явлением. Дотянулся конус роста какого-то нейрона до

определенного участка мозга, и сразу значение приведших его сюда молекул-меток и опознающих белков утрачивается. Теперь на конусе роста появляются новые выросты, снабженные совершенно другими опознающими элементами, которые будут искать дорогу дальше, ориентируясь с помощью молекул-меток нового типа.

Механизм поиска растущего нейрона работает безукоризненно. Вот несколько зарисовок из истории развития нервной системы саранчи. У крохотного эмбриона имеются зачатки 17 нервных ганглиев. Большинство из них содержит по 30 зачаточных клеток. Они многократно делятся, и каждая дает начало целому семейству из 6–100 нейронов. В результате

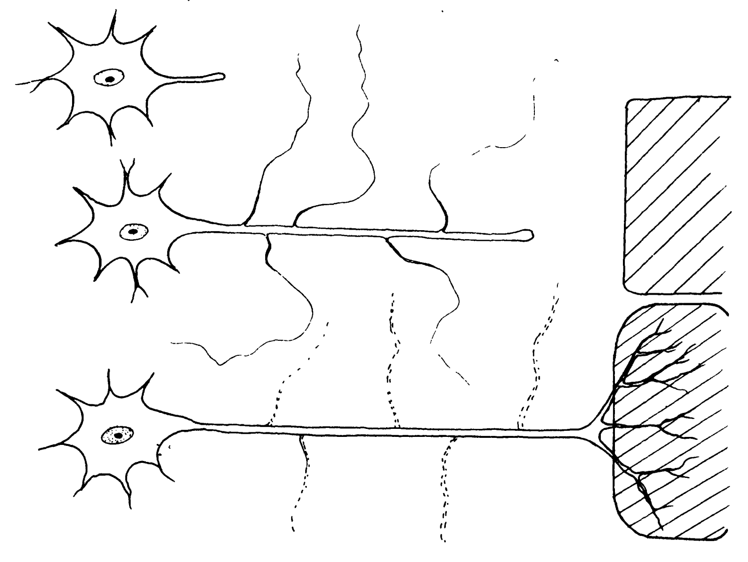


Схема поиска нейроном нужной клетки

формируется ганглий, содержащий положенную тысячу нервных клеток. К восьмому дню жизни эмбриона около 100 его нейронов успевают вырастить свои отростки, которые объединяются в 25 пучков, образующих прямоугольную структуру, напоминающую лестницу.

Ученые сумели проследить, как в этом, уже достаточно сложном ганглии растущий отросток нервной клетки, взятой под наблюдение, находит предназначенный ему путь. Оказалось, что его выросты обследуют практически все нервные волокна, пока не найдут нужный им пучок из четырех аксонов, Представляете, какая точность: выбор из 25 возможных вариантов! Но на этом дело не кончается. Выросты аксона изучаемой нервной клетки интересуются не всеми четырьмя волокнами обнаруженного пучка, а только двумя из них. Они растут рядом, тянутся в том же направлении и обвиваются вокруг этих волокон, пока не окажутся в том районе, где им положено находиться.

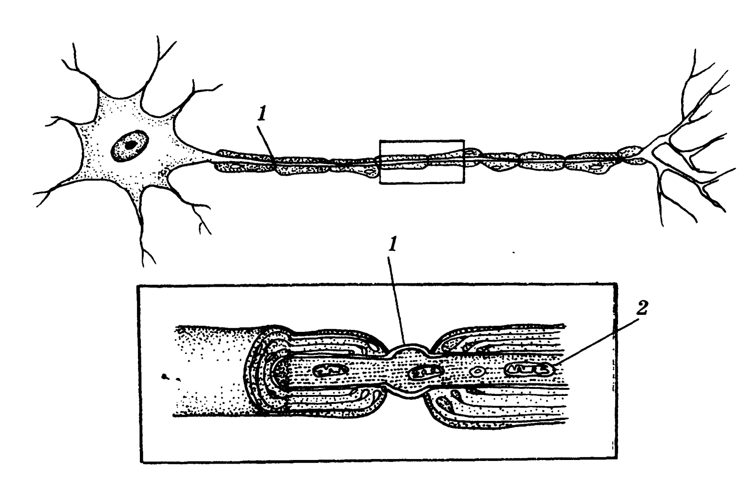
ИЗОЛЯЦИЯ

Развитие многоклеточного организма заключается не только в увеличении числа его клеток и овладении ими разными «профессиями». Оказывается, и сами клетки, если они хотят стать настоящими «профессионалами», должны развиваться. Особенно это касается

нервных клеток, которые в будущем возьмут на себя функцию проводников **нервных импульсов** на большие расстояния.

Работа нервных клеток сопровождается электрическими реакциями. В наших квартирах и на производстве все проводники, по которым течет ток, надежно изолированы. Это абсолютно необходимо. Нервным клеткам мозга тоже требуется надежная изоляция. В нервной системе для этого используется жироподобное вещество — **миелин**. Он служит изоляцией для нервных волокон, входящих как в состав нервов, так и в состав мозга.

У высших позвоночных животных **белое вещество мозга**, представляющее собой скопление нервных волокон, больше чем наполовину состоит из миелина. Нарушения в образовании миелина приводят к тяжелым заболеваниям.



Аксон, покрытый миелиновой оболочкой: 1 — перехват Ранвье; 2 — митохондрии

Миелин покрывает длинный отросток нервной клетки — **аксон** — надежной оболочкой, предотвращающей электрические контакты между плотно упакованными нервными волокнами в нервах.

Оболочку образуют не сами нервные волокна, а особые **шванновские клетки**, которых в мозгу примерно раз в десять больше, чем нервных. Когда нервное волокно установит контакт с какой-то из клеток мозга, с каким-нибудь нервным волокном или мышцей, оно начинает воздействовать на ближайшие к нему шванновские клетки, которые тут же начинают расти, уплощаются и накручиваются на нервное волокно примерно так же, как мы бинтуем руку или палец. На один виток шванновская клетка затрачивает около 45 часов. Так идет этот процесс в пробирке, когда в особом бульоне находятся нервные и шваннов-

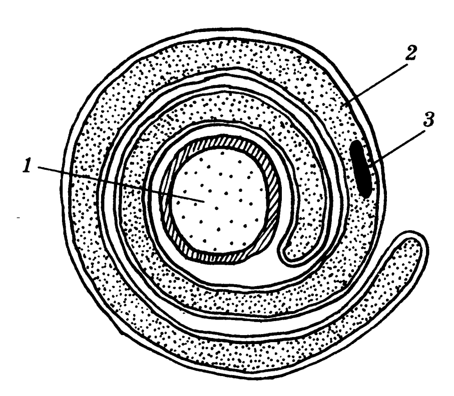


Схема строения изолированного нервного волокна: 1 — аксон; 2 — шванновская клетка; 3 — ядро шванновской клетки

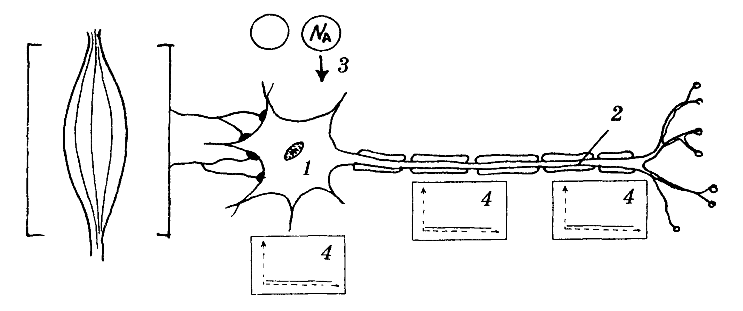
ские клетки. Возможно, в организме этот процесс осуществляется быстрее.

По мере образования новых витков цитоплазма шванновской клетки сжимается. Зрелая миелиновая оболочка состоит из нескольких слоев этого живого «бинта». Каждая шванновская клетка изолирует всего лишь 1–2 миллиметра нервного волокна. Между его защищенными участками всегда остаются маленькие промежутки — **перехваты Ранвье,** где волокно остается ничем не защищенным.

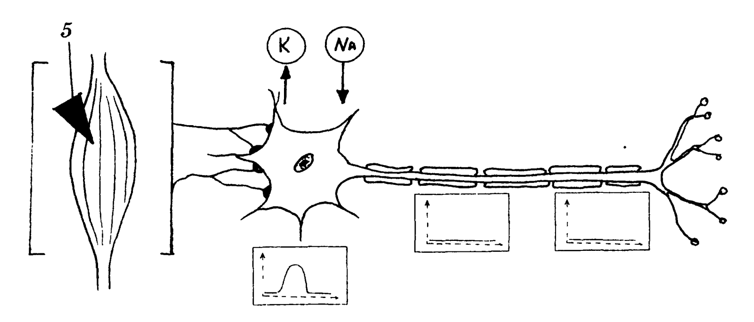
Миелин играет в работе нервной системы важную роль. Он ускоряет проведение по нервному волокну **нервного импульса.** В состоянии покоя внутренняя сторона оболочки нервного волокна заряжена отрицательно, а наружная — положительно. Происходит это благодаря скоплению внутри волокна отрицательно заряженных, а снаружи положительно заряженных атомов **(ионов).**

Возбуждение нервного волокна, вызванное каким-либо раздражителем, выражается в том, что в мембране нервной клетки открываются особые **белковые каналы** и положительно заряженные ионы натрия лавинообразно устремляются внутрь волокна.

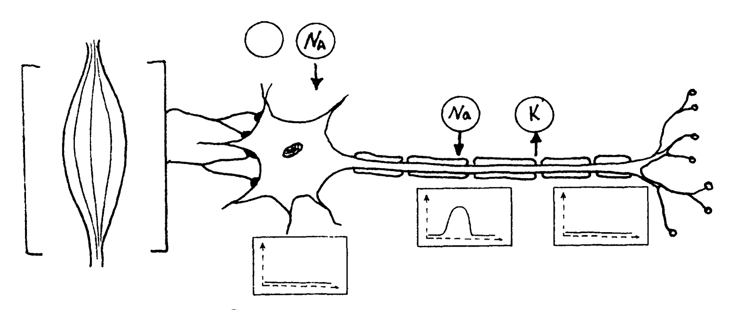
При этом, естественно, происходит перезарядка оболочки волокна: оно внутри заряжается положительно, а снаружи — отрицательно. Такое изменение зарядов само по себе становится раздражителем для соседнего участка нервного волокна. В результате на сосед-



Состояние покоя



Возбуждение тела нейрона



Распространение импульса

Схема проведения нервного импульса:
1 — тело нейрона; 2 — аксон;
3 — поток ионов натрия и калия;
4 — график измененения электрического потенциала на мембране; 5 — раздражитель

нем участке тоже открываются белковые каналы, ионы натрия устремляются внутрь — и так возбуждение мембраны распространяется по всей нервной клетке. Распространение возбуждения по нервной клетке и называется нервным импульсом.

Продвигаясь по волокну, нервный импульс осуществляет перезарядку одного микроскопического участка оболочки нервного волокна за другим. По немиелинизированным нервным волокнам импульс продвигается не спеша — со скоростью 2 метра в секунду.

В покрытых миелиновой оболочкой нервных волокнах перезарядка мембраны невозможна. Она происходит только в его неизолированных участках, поэтому нервный импульс продвигается скачками: от одного перехвата Ранвье до другого. При этом скорость его распространения увеличивается в 50–70 раз, достигая 120 метров в секунду.

Кроме того, вернуть нервную клетку в состояние покоя — то есть закрыть каналы и выкачать из клетки весь натрий — легче, если проникновение натрия происходит только на отдельных участках. Таким образом, миелиновая оболочка экономит время и энергию не только на проведение нервного импульса, но и на возвращение клетки к состоянию покоя.

Немиелинизированные волокна вынуждены быть более толстыми — иначе нервный импульс по ним шел бы совсем медленно. Так что миелин позволяет мозгу быть более ком-

пактным — если бы у нас в организме не было миелина, спинной мозг был бы со ствол дерева средней толщины.

РАЗВИТИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Развитие и **рост** организмов не заканчиваются в яйце. Это особенно заметно у крупных млекопитающих и у человека, чьи дети после рождения еще долго растут. Однако развитие после рождения само по себе не происходит. Чтобы орган научился справляться со своими обязанностями, он должен время от времени функционировать. Развитие происходит только в процессе деятельности.

Учиться приходится всему. Мы обучаемся даже пользоваться **глазами**! Если на новорожденных щенят надеть матовые очки, пропускающие только рассеянный свет, но не позволяющие видеть какое-нибудь изображение, они не научатся пользоваться своими глазами. Воспитанные без зрительных впечатлений, молодые собаки не могут с помощью зрения догадаться о существовании на их пути преграды и натыкаются на все встречные препятствия. Молоденькие обезьянки, которых со дня рождения заставляли жить в таких же очках, не узнавали ни яблоки, ни бананы. Чтобы освоить эти премудрости, им приходилось долго учиться пользоваться своими глазами.

Однажды был проделан интересный опыт. Котят с первых дней жизни содержали в полной темноте. Свет включали только на время опыта, когда малышей сажали в специальные корзиночки на игрушечной карусели. Одна из них имела прорезь только для головы животного, другая — еще и для лапок. При вращении одной из корзиночек вращалась и другая, так что оба котенка всё время видели одинаковые картины. Вращал корзинки котенок, лапки которого касались пола. **Зрение** сформировалось только у него. Пассивное животное, не имевшее возможности соотнести свои зрительные впечатления с ощущениями ног, осталось слепым.

Лет 60–70 назад научились оперативным путем возвращать зрение слепым от рождения людям, роговица которых не пропускала свет. Им долго приходилось учиться пользоваться своими глазами. Многие поздно прозревшие люди так и не смогли достичь сколько-нибудь значительных успехов. Нередко, несмотря на определенные положительные результаты, они переставали пользоваться зрением и возвращались к прежней жизни в мире осязания.

Особенно трудно дается таким людям узнавание сложных предметов. Один прозревший человек долго не мог научиться отличать петухов от лошадей. К путанице приводил хвост, одинаково пышный и у лошадей, и у петухов. Другой не сразу научился отличать вилку от ложки со схожими черенками и суп черпал вилкой, а в отбивную пытался вонзить ложку.

Особенно трудно для восприятия оказывалось то, что ранее не было осязательно известно больному. Человеку, прозревшему в возрасте 48 лет, через полгода после операции предложили нарисовать трехэтажный дом, весь нижний этаж которого занимала кондитерская, и костел, построенный в готическом стиле. Оба здания ему были знакомы с детства, но лишь на высоту поднятой руки. В пределах знакомой зоны он справился с заданием достаточно успешно, а чуть выше рисунок обрывался. Никаких представлений о верхних частях зданий этот человек, оказывается, не имел.

Еще через полгода на повторном рисунке над кондитерской появилась вывеска, а еще позже фасад поднялся выше, и на нем появились не очень уверенно изображенные окна и крыша. Костел же и позже дорисован не был. Прозревший человек так и не сумел по-настоящему увидеть силуэты остроконечных крыш, шпилей и башенок.

Уже научившись узнавать основные предметы, прозревшие люди при малейшем изменении ситуации путаются. Привыкнув есть с тарелки с синей каемочкой, такой человек не признает тарелки в фарфоровом предмете с золотым ободком. Он не узнает ложки, если ее положить не перпендикулярно к краю стола или не тем концом к едоку.

Обычно судьба поздно прозревших людей трагична. Многие из них в конце концов отказываются пользоваться зрением и впада-

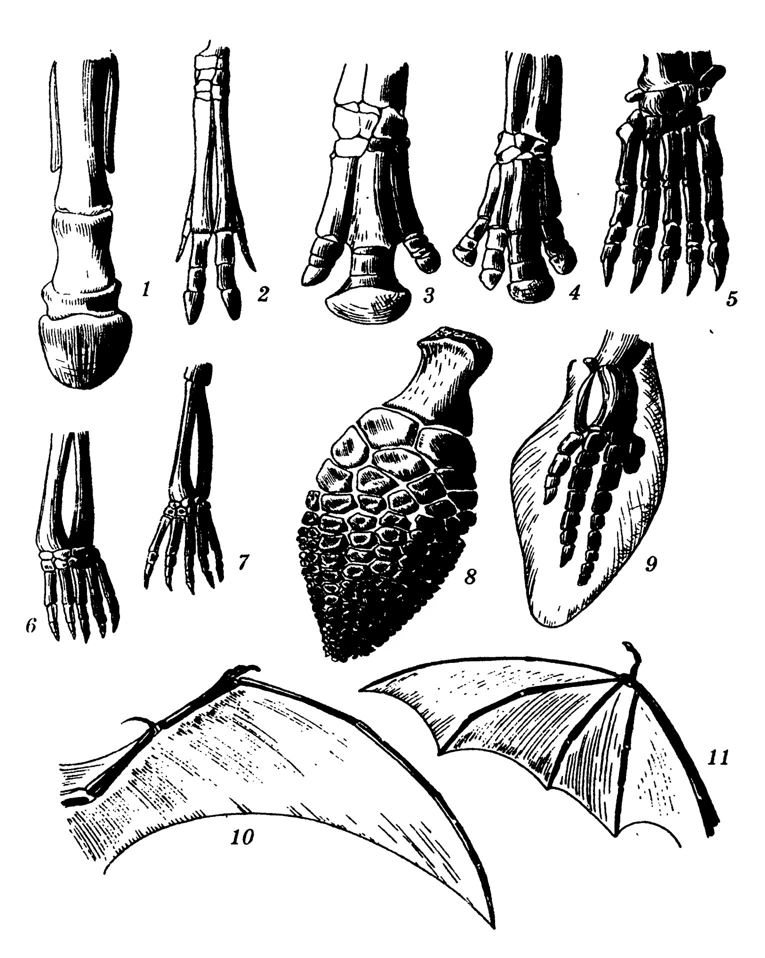
ют в сильнейшую депрессию, хотя до обретения зрения были вполне жизнерадостными людьми.

СКОЛЬКО ДОЛЖНО БЫТЬ ПАЛЬЦЕВ?

Из **позвоночных** первыми обзавелись настоящими конечностями **амфибии.** У них они были пятипалыми. Позже число **пальцев** стало меняться. У современных **лошадей** сохранился лишь один третий палец, у **оленей** два — третий и четвертый, у **носорога** три пальца — второй, третий и четвертый, у **волков** четыре — второй, третий, четвертый и пятый, но у **медведей** и **обезьян** остались все пять. Зато у вымерших **ихтиозавров** их было семь. Интересно отметить, что к увеличению числа пальцев стремятся и современные **китообразные.** Среди **белух** и некоторых других китообразных частенько попадаются животные, у которых в передних ластах четвертый или пятый палец расщеплен на два.

Различные модификации конечностей четвероногих, возникавшие за последние 300 миллионов лет, изучены достаточно хорошо, но многие теоретически возможные модификации так и не были обнаружены. Например, никогда не встречались животные с первым, вторым, четвертым и пятым или только со вторым и четвертым пальцами. Оказывается, возможных или, правильнее, разрешен-

ных способов изменения конечностей не так уж и много. Запреты распространяются не только на пальцы, но и на другие кости. Дли-



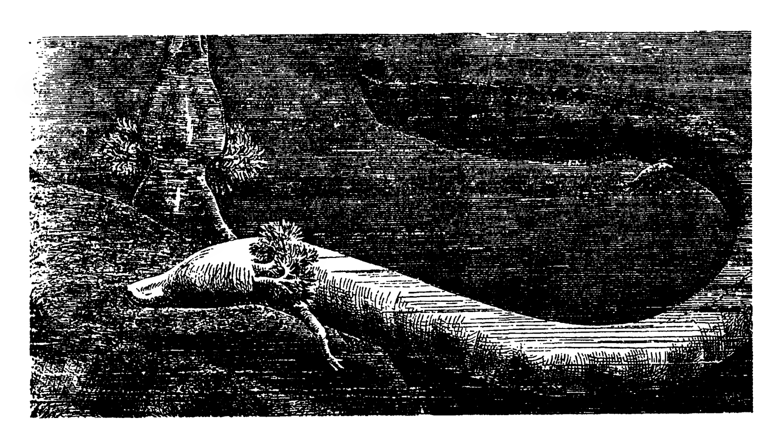
Скелеты конечностей разных животных:
1 — лошади; 2— оленя; 3 — носорога; 4 — тапира; 5 — медведя; 6 — гориллы; 7 — шимпанзе; 8 — ихтиозавра; 9 — дельфина; 10 — птерозавра; 11 — летучей мыши



Аксолотль — неотеническая личинка тигровой амбистомы

на конечностей животных на протяжении эволюции то уменьшалась, то увеличивалась. В этом случае в передних конечностях удлинялась **плечевая кость.** Но никогда на месте одной плечевой кости не возникало двух, соединенных последовательно, хотя нетрудно представить, насколько при этом увеличилась бы подвижность конечности.

Недавно выяснилось, что процессом образования пальцев можно управлять искусственно. Если у пятипалого **аксолотля**, личинки американской хвостатой амфибии, **почку** задней **конечности** обработать **колхицином,** веществом, препятствующем делению клеток,



Протей

на этой лапке вырастет лишь 4 пальца. Если провести более серьезную обработку, разовьются только 2 пальца.

То же самое в природных условиях происходит у некоторых **неотенических саламандр,** то есть у таких, которые размножаются на стадии **личинок**, не переходя во взрослое состояние. Можно сказать, что у них **развитие** (в частности, половое) опережает **рост** (в том числе деление клеток в зачатках конечностей). Видимо, так возникло большое семейство **четырехпалых саламандр** — и семейство **протеев** — безглазых пещерных хвостатых амфибий, имеющих на задних лапках всего по 2 пальца. Происходит это, видимо, потому, что к моменту, когда у эмбрионов этих животных должны закладываться пальцы, у них не успевает накопиться достаточного количества клеток, чтобы дать возможность развиться даже четырем пальцам.

Если замедлить процесс созревания эмбрионов, но стимулировать их рост (чтобы рост опережал развитие), это при благоприятных обстоятельствах может привести к увеличению числа пальцев или даже конечностей. Подобный удивительный эксперимент осуществила природа у небольшого городка Санта-Крус. Однажды в тамошнем пруду ученые обнаружили многоногих лягушек и саламандр.

Амфибии этого пруда были сильно заражены **плоскими** паразитическими **червями — трематодами.** Видимо, в тот период, когда у головастиков закладывались почки задних конечностей, яйца этих паразитов разделяли их на две или большое количество частей. Тем не менее головастики росли нормально, но их **метаморфоз,** то есть процесс превращения в лягушек и саламандр, замедлялся. Поэтому в каждой части расщепленной почки количество клеток оказалось достаточным для развития из нее отдельной конечности. Этот природный эксперимент показал, что клетки любой части почки задней конечности способны сформировать лапку.

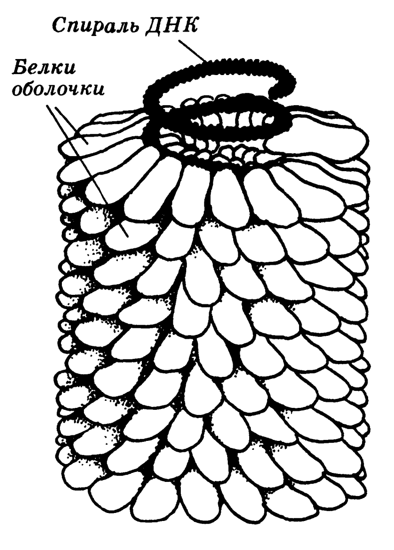
ДИНОЗАВР В ПРОБИРКЕ

Откуда на Земле взялись живые организмы? Возникли ли они сами по себе или занесены на нашу планету из космоса?

Сторонники земного **происхождения жизни** усиленно пытались создать в пробирке

условия, похожие на те, что когда-то существовали на нашей планете, надеясь воспроизвести начальные стадии возникновения жизни, и выяснить, как она возникла. Они не думали, конечно, что сумеют создать живой организм, но надеялись добиться самосборки **белковых молекул** или понаблюдать, как белковые молекулы воспроизводят подобные себе белковые молекулы, как они дублируют свое строение. Увы, настолько буквально их мечты не осуществились.

Однако ученые — люди упорные. Они сумели разобраться, как устроены самые простые организмы и научились искусственно синтезировать некоторые белковые молекулы. В секретных лабораториях некоторых стран работали над созданием биологического оружия, пытаясь создать вирусы опасных болезней. А недавно Би-би-си сообщило, что ученые США сумели синтезировать один из наиболее простых вирусов — вирус полиомиелита!



Строение вирусной частицы (вируса табачной мозаики)

Вирусы занимают промежуточное положение между нежи-

выми веществами и живыми организмами. У них нет **обмена веществ**, но в живых клетках других организмов они способны размножаться.

Что же это такое — вирус? Вне клетки-хозяина вирусы являются просто веществом, могут даже образовывать кристаллы, но попадая в клетку, молекула **нуклеиновой кислоты** вируса ведет себя так, как ведут себя молекулы нуклеиновых кислот в живых организмах.

Таким образом, в жизненном цикле вирусов чередуются две фазы — внеклеточная и внутриклеточная. Во время внеклеточной фазы вирус представляет собой инертную инфекционную частицу, состоящую из одной, реже нескольких молекул нуклеиновой кислоты, которая заключена в белковую капсулу, а у вирусов животных еще и в специальную липидную оболочку.

Проникнув в клетку живого организма, вирусная частичка «раздевается» и в клетке хозяина оказывается свободная («голая») нуклеиновая кислота. С этой нуклеиновой кислоты сначала считываются гены, необходимые для создания ферментов, а с их помощью строятся новые молекулы нуклеиновой кислоты. Затем синтезируются белки, и из них происходит **самосборка** вирусной капсулы. Новоиспеченные вирусные частицы, покидая создавшую их клетку, разрушают ее и тут же могут проникнуть в другую.

Вирусологам неоднократно удавалось наблюдать за процессами самосборки вирусной



Цикл развития вирусной частицы:
1 — прикрепление вируса к мембране клетки-хозяина; 2 — нуклеиновая кислота вируса;
3 — белковая оболочка вируса; 4 — белки вируса;
5 — самосборка; 6 — готовая вирусная частица;
7 — ДНК клетки-хозяина

частицы из приготовленных клеткой-хозяином компонентов. Но, как утверждало Би-би-си, в описываемом случае ученые США сами синтезировали вирусную молекулу нуклеиновой кислоты и белки, идущие на изготовление капсулы. То есть химическим путем создали что-то такое, что обладает многими свойствами живых организмов. Ничего особо удивительного в этом нет. Я уверен, что лет через 20–25 ученым удастся воссоздать кого-нибудь

из динозавров, а к концу XXI века они будут способны создавать новые живые организмы, каких на Земле никогда и не было.

ТРЕХГОЛОВЫЕ МОНСТРЫ

Видели ли вы когда-нибудь многоголовых животных? Думаю, что только на картинках. Однако в природе встречаются яды, с помощью которых можно кое у кого вырастить вторую, третью и даже четвертую голову. Не удивляйтесь, что такое чудодейственное волшебное вещество я назвал ядом. Не спешите с выводами, прочитайте этот рассказ до конца!

Люди используют яды с незапамятных времен, задолго до изобретения пороха и огнестрельного оружия. Отравленные стрелы и дротики широко использовали американские индейцы, многие африканские племена и полинезийцы. Это было страшное оружие: отравленная стрела убивала человека, в какую бы часть тела она ни впилась.

То, что химическое оружие использовалось главным образом в тропиках, объясняется двумя причинами. Во-первых, именно там встречаются особенно ядовитые животные и растения. Вторая причина — жаркий климат. В тропиках невозможно носить кольчуги и панцири. А по обнаженным людям можно стрелять самыми легкими стрелами: для яда достаточно любой царапины.



Древолазы, или «лягушки отравленных стрел» — одни из самых ядовитых животных на свете. Даже прикосновение к слизи, покрывающей их тело, может оказаться смертельным

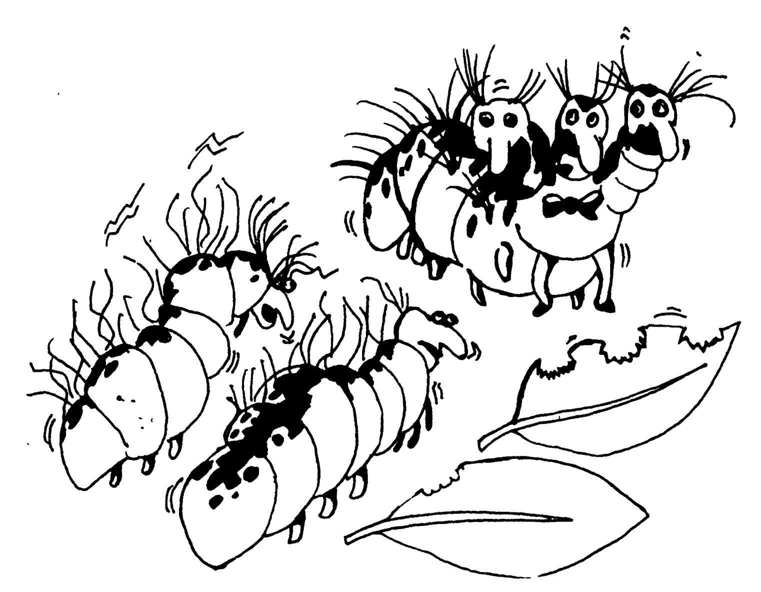
Когда испанские конквистадоры открыли Южную Америку и отправились в дебри Амазонии в поисках Эльдорадо — легендарной страны Золотого короля, они вынуждены были в сорокаградусную жару пробираться по непролазной, часто затопленной разливами рек чащобе, закутавшись в толстые ватные халаты, дающие некоторую защиту от отравленных стрел, которыми осыпали их индейцы, уже познавшие европейских завоевателей.

Естественно, растения и животные также с успехом пользовались своим химическим оружием: как на охоте, так и для защиты от врагов. Далеко не всегда природные яды смертельны. Чтобы избавиться от врага, не обяза-

тельно его убивать. В этом отношении растения оказались изобретательнее животных.

В американских пустынях саранча порой съедает всю растительность подчистую, но не трогает небольшое растение **дубровку удлинённую.** В тканях этого растения находится вещество, само по себе не способное убить отравившихся им насекомых. По своим свойствам оно напоминает обычный **гормон роста насекомых.** Пока **личинка** травяной совки питается дубровкой, вещество химической защиты растения просто накапливается в ее организме, не оказывая на нее никакого воздействия.

Но вот личинке приходит время окукливаться. Большие запасы ложного гормона роста не дают ей возможности сразу превратить-



ся в **куколку**, заставляя по нескольку раз прерывать и заново начинать процесс окукливания. Однако при повторных попытках окуклиться она больше не сбрасывает твердые покровы тела, как это необходимо. В результате остатки предыдущей шкурки образуют новые головы, которые, как и положено сегментам тела насекомого, сидят одна за другой, словно бусины ожерелья. В результате личинка становится двух- или трехголовой. Могли бы появиться и четвертая, и пятая головы, но на это обычно не хватает «строительного материала».

Ложный гормон роста сам по себе не убивает личинку, но она погибает от голода. Поскольку каждый раз, приступая к повторному метаморфозу, личинка свою оболочку не сбрасывает, первая и вторая голова отделены друг от друга сплошной хитиновой стенкой: лишние головы как бы затыкают рот настоящей головы и пища попасть в кишечник личинки не может. Двух- и трехголовые личинки не в состоянии что-нибудь съесть и в итоге гибнут от истощения.

У каждого растения свой подход к защите. Некоторые вырабатывают **ювенильный гормон насекомых.** Он тоже не убивает ни личинок, ни взрослых насекомых. Задача этого гормона — руководить линьками личинки, не давая ей окуклиться. Когда личинка накопит достаточную массу, концентрация ювенильного гормона падает и очередная линька пре-



Бальзамическая пихта

вращает ее не в личинку большего размера, а в куколку. При избытке же гормона гусеница будет линять раз за разом и в итоге вырастет в гигантского монстра, но не сможет окуклиться, а значит, не станет взрослым насекомым и не оставит потомства.

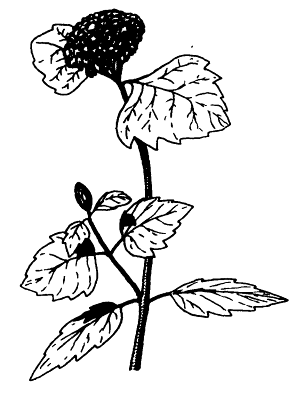
Поддельный ювенильный гормон действует на насекомых избирательно. Выработанный **бальзамической пихтой**, этот гормон нарушает развитие **красноклопов** и совершенно не действует на клопов родственного семейства **лигеид**.

Удивительным химическим оружием пользуется небольшое растение **агератум**, или **долгоцветка**, которую частенько высаживают на клумбах в виде бордюра. Оно вырабатывает вещество, которое действует на многих насекомых, но действует на них по-разному. У одних оно прекращает выработку ювенильного гормона, и «отрав-



Красноклоп

ленные» этим веществом маленькие **гусеницы**, которым предстояло еще расти и расти, окукливаются. При этом они перестают питаться, а значит, и повреждать долгоцветку, а из маленькой куколки выходят крохотные неполноценные взрослые насекомые.



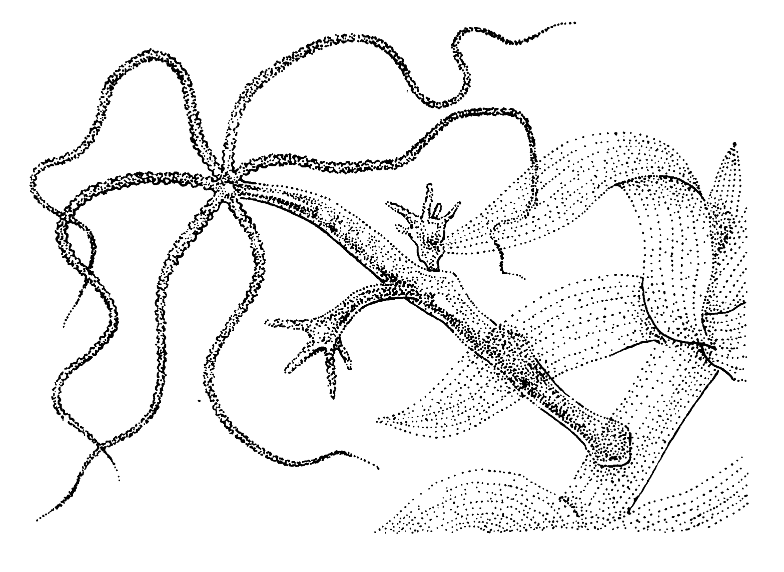
Агератум

Американские **тараканы**, полакомившись соком долгоцветки, перестают вырабатывать вещества, с помощью которых самки привлекают самцов, в результате тараканы перестают плодиться. **Жуки**, наевшись листьев этого растения, надолго замирают и становятся легкой добычей для любого хищника. Наконец, самки многих других насекомых, поедающие долгоцветку, начинают откладывать неоплодотворенные яйца, из которых никто не вылупится.

Вот как — оказывается, вредителей не обязательно убивать. Достаточно изменить их развитие или поведение.

РЕГЕНЕРАЦИЯ

В переводе с позднелатинского это слово означает «возрождение», другими словами — восстановление организмом утраченных или



Гидра

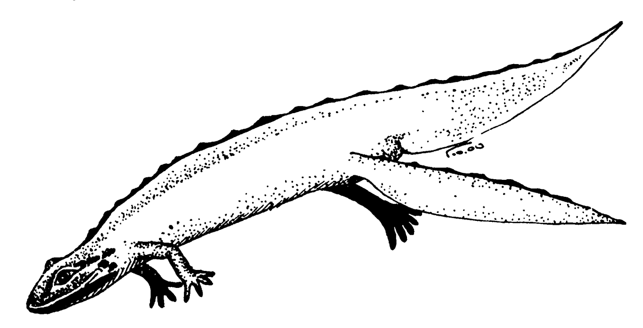
поврежденных органов или даже восстановление целого организма из его небольшой части. Если, например, пресноводную **гидру** разрезать на 100 частей, из каждого кусочка может развиться по целой совершенно нормальной гидре.

Более высокоразвитые организмы не способны к такой полной **регенерации**. Однако из морского **многощетинкового червя нереиса**, если его тело разрезать пополам, без особого труда образуются две особи. При этом у заднего конца отрастет новая голова.

У позвоночных животных регенерация головы произойти не может, от таких травм они погибают. Но кое-что из менее важных органов у них все-таки восстанавливается. Напри-

Нереис

мер, лапа или хвост у **тритонов и саламандр.** У птиц и млекопитающих ничего подобного не происходит. Отрезанный у собаки хвост уже никогда не вырастет. Однако регенерация есть и у млекопитающих.



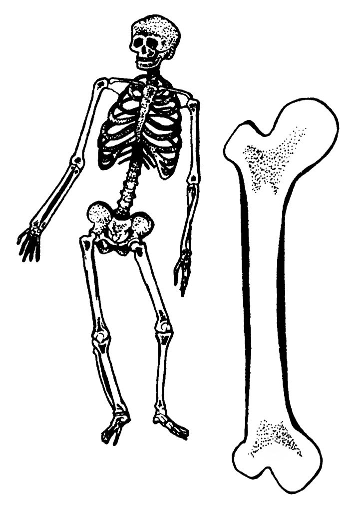
Иногда программа восстановления органа сбивается и вместо оторванной ноги на ее месте вырастает хвост

Регенерацию человека и высших животных подразделяют на **репаративную**, заключающуюся в замене структур, погибших в результате повреждения, и **физиологическую**, то есть постепенную замену тканей в процессе нормальной жизнедеятельности. Как пример физиологической регенерации можно назвать обновление изношенных клеток **кожного эпителия** или **эритроцитов** — красных клеток крови, продолжительность жизни которых исчисляется днями или неделями.

В основе регенерации лежат закономерности, сходные с теми, которые обеспечивают обычное развитие организмов. Очевидно, что в регенерирующем органе происходит увеличение числа клеток. Ученые давно заметили, что в этом случае размножаются как специализированные клетки, то есть типичные «взрослые» клетки поврежденной ткани, так и малодифференцированные, то есть клетки более просто устроенные и мало похожие на клетки регенерирующего органа. Эти малодифференцированные клетки называются **стволовыми тканевыми клетками**. Регенерация с помощью этих клеток особенно похожа на развитие органа у эмбриона.

Стволовые клетки есть в каждом органе и каждой ткани, их можно назвать «собственными» стволовыми клетками ткани. Но есть и «общие» стволовые клетки, расположенные в **костном мозге**. Впрочем, стволовые клетки костного мозга тоже бывают двух сортов. Из ге-

мопоэтических клеток костного мозга всю жизнь развиваются клетки крови, а из **стромальных** (от греческого слова строма, означающее «подстилка») могут образовываться любые другие, даже нервные клетки, еще недавно считавшиеся невозобновляемыми. К сожалению, их в костном мозге относительно немного, а с возрастом становится совсем мало.



Расположение красного костного мозга в организме взрослого человека (заточкован)

Плохое срастание костей при переломах у пожилых людей, видимо, связано с недостаточным количеством или полным отсутствием стромальных клеток. Эти клетки относятся к клеткам-бродягам — они постоянно пробираются в кровяное русло и, отдавшись на волю волн, путешествуют с током крови по организму, всегда готовые остаться там, где есть какие-нибудь повреждения тканей, нуждающиеся в восстановлении.

Таким образом, в регенерации у человека всегда участвуют два вида клеток: стволовые тканевые и стволовые стромальные клетки костного мозга. Первые годятся только для восстановления тех тканей, среди клеток ко-

торой они живут, вторые — универсалы. Они способны принимать участие в восстановлении любых тканей организма, так как могут превращаться в нужные организму специализированные клетки.

Если при тяжелых повреждениях организму не хватает собственных стромальных клеток, ему можно помочь, введя такие клетки извне. Во всяком случае, у мышей, которым химическим путем разрушили мышцы передних ног, а затем ввели стволовые стромальные клетки, через некоторое время мышцы частично восстановились. Новые мышечные клетки образовались именно из этих введенных клеток.



Поперечно-полосатые мышечные клетки под микроскопом

Чудо-клетки, введенные свиньям в зону **инфаркта** сердечной мышцы, полностью ее восстановили. А введенные в головной мозг мышам, у которых перед этим был вызван **инсульт** (повреждение мозга, связанное с нарушением мозгового кровообращения), привело к его частичному восстановлению. То же самое совершили стромальные клетки, оказавшиеся в поврежденной печени.

Есть первые успехи в применении стромальных клеток и у больных людей. Введенные в место перелома девяностолетнему старцу, эти клетки привели к срастанию костей, которые в предшествующие 13 лет не срастались. В другом случае у семидесятилетнего пациента, перенесшего инфаркт, удалось добиться частичного восстановления отмершего участка сердечной мышцы.

Может быть, уже в самые ближайшие годы мы научимся лечить многие пока неизлечимые болезни человека, в том числе повреждения спинного мозга. Однако где взять необходимые для этого стволовые стромальные клетки? Их, конечно, можно было бы вырастить из стромальных клеток самого больного, но процесс этот длителен и к тому времени, когда запас их окажется достаточным для лечения, лечить будет уже поздно.

Есть ли из этого положения выход? Есть! Стромальные клетки можно получать из пуповины новорожденных детей и хранить в течение всей жизни их владельцев. Они должны

послужить резервом на случай чрезвычайных ситуаций и в случае экстренной необходимости использоваться для восстановительных работ.

МОЗГ ТРЕБУЕТ РАЗВИТИЯ

Некоторые сведения о **развитии головного мозга** и **мышления** ученые получили при анализе ужасных случаев бесчеловечного обращения с детьми. Подобные эксперименты, конечно, ни один ученый не стал бы проводить специально, однако изучение этих трагических происшествий позволяет понять важность правильного развития детей в раннем возрасте.

Вот что произошло однажды в Америке. Психопат-отец, видимо, ненавидящий детей, с 20-месячного возраста держал свою дочь в маленькой комнатке, из которой она никогда не выходила. Ее нагишом привязывали к стулу с дыркой посредине, так что она могла двигать только кистями рук и ступнями ног. С девочкой никто не разговаривал, а кормили ее только молоком и детским питанием.

Девочку обнаружили, когда ей исполнилось 13 лет. Она была истощена и весила всего 25 килограммов. Несчастная не могла выпрямить руки и ноги, не умела жевать, была не в состоянии сознательно контролировать функцию мочевого пузыря и кишечника. Она не понимала человеческую речь и совершенно не могла говорить.

Несчастную девочку врачи и психологи взяли под постоянное наблюдение. Ее учили всему, что должны были знать двух-трехлетние дети. За первые 6 лет, направленные на то, чтобы всесторонне развить девочку, она стала кое-что понимать из обращенной к ней речи, если с ней говорили короткими предложениями из двух-трех слов. Джини даже научилась говорить, но ее речь оставалась на уровне, который здоровые дети достигают к двум-трем годам. Ее речь состояла или из отдельных слов или словосочетаниий, типа «хочет молоко», «два рука».

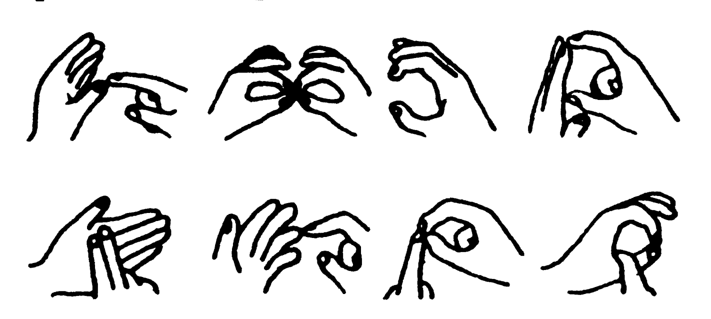
Девочка научилась пользоваться некоторыми предметами, в том числе фломастерами, и «рисовать», но эти рисунки оставались на уровне каракулей двух-трехлетних детей. Наконец, она научилась ориентироваться в обстановке, находить свою комнату, а в ней шкаф, где хранились ее игрушки. Однако дальнейшее развитие застопорилось. Особенно это было заметно в отношении речи: никакого прогресса не наблюдалось.

Почему так произошло? Что мешает Джини наверстать упущенное и научиться тому, чему она не научилась в раннем детстве? Человеческий мозг развивается в течение всей жизни человека, но особенно интенсивно в первые 6–7 лет. Если в эти годы отсутствуют условия для развития мозга, как это было у Джини, участки мозга, предназначенные для обеспечения речевой и мыслительной дея-

тельности, не только не развиваются, но даже деградируют.

Развитие речи — очень важный этап, определяющий дальнейшую судьбу человека, так как без речи не может быть мышления. Видимо, первые 20 месяцев жизни Джини провела в относительно нормальной обстановке, и у нее началось развитие **речевых центров мозга.** Если бы этого не было, девочка, возможно, вообще не научилась бы произносить ни одного слова и не смогла бы понять их значения.

Прочтя этот рассказ, не подумайте, что мозг **глухонемых** детей неполноценный. Ведь говорить можно не только звуками. Овладение речью в любой ее форме развивает мозг. Если глухонемого ребенка вовремя обучают языку жестов, а потом и письму, мозг его развивается нормально. Нередко систематические уроки жестового языка глухонемых способствует более интенсивному развитию мозга, и глухие от рождения дети по уровню психического развития частенько обгоняют нормальных здоровых детей.



Некоторые жесты из языка сурдо

РАЗМНОЖЕНИЕ



УБЕЖДЕННЫЕ ХОЛОСТЯКИ

Одним из основных свойств живых организмов является способность воспроизводить подобные себе организмы, то есть, попросту говоря, размножаться.

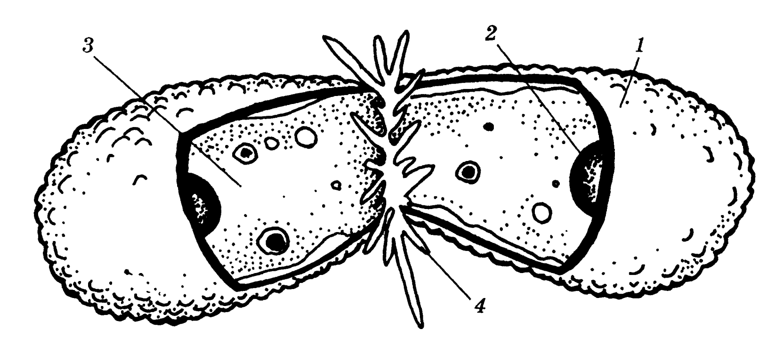
За время существования жизни на нашей планете природа придумала несколько способов **размножения.** Понятно, что первые примитивные организмы размножались с помощью более простых, примитивных способов. Некоторые из них сохранились до наших дней, причем ими с успехом пользуются и высокоорганизованные организмы. Давайте узнаем, как это им удается.

Способы размножения, о которых сейчас пойдет речь, относятся к **бесполому размножению.** Для бесполого размножения не требуется ни половых клеток, ни двух организмов. Каждый примитивный организм может справиться с процессом размножения самостоятельно, не прибегая ни к чьей помощи.

Бесполое размножение распространено довольно широко. Наиболее простой способ бесполого размножения — **деление.** Так размножаются **бактерии**, а так же **амёбы, инфузории** и другие **одноклеточные** организмы. В самых общих чертах он состоит в следующем: тело **клетки**, ее ядро, все составляющие ядро хромосомы делятся на две равные части, в результате чего из одной клетки возникают два совершенно одинаковых организма, ничем не

отличающихся от первоначальной материнской клетки. Так же размножаются и клетки в организме человека.

Иногда во время деления материнскому организму приходится прибегать к различным ухищрениям. Очень интересно наблюдать деление **раковинной амебы**, которая и в самом деле живет в миниатюрной раковине собственной постройки. Процесс деления начинается с того, что материнская амеба через отверстие в раковине выползает наружу и здесь создает вторую раковину, являющуюся зеркальным отображением основной. Первоначально обе раковины соединены друг с другом. Закончив постройку нового дома, амеба несколько раз залезает то в один, то в другой, как бы проверяя, всё ли в порядке. Потом клетка делится на два самостоятельных организма, и новые амебы расползаются по своим раковинам. Наконец домики отделяются друг



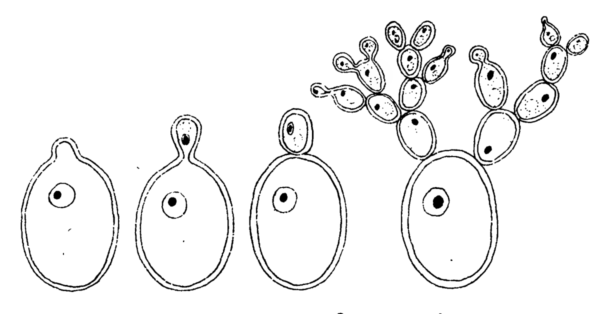
Деление раковинной амёбы:
1 — раковина (часть удалена); 2 — ядро;
3 — цитоплазма; 4 — ложноножки

от друга, и с этой минуты оба организма существуют как самостоятельные.

Другой способ бесполого размножения называется **почкованием**. Он состоит в том, что на материнском организме образуется небольшой вырост, постепенно приобретающий черты миниатюрной копии родителя. Этот вырост и называют почкой. Почка растет и рано или поздно отделяется, иногда успевая перед этим дать собственные почки и даже обзавестись «внучатыми» почками. Так размножаются одноклеточные **дрожжи**, а из многоклеточных — **гидра**.

Третий способ бесполого размножения — **спорообразование**. При этой форме размножения ядро родительской клетки делится на несколько, иногда на множество ядер, после чего на такое же число частей делится и сама клетка.

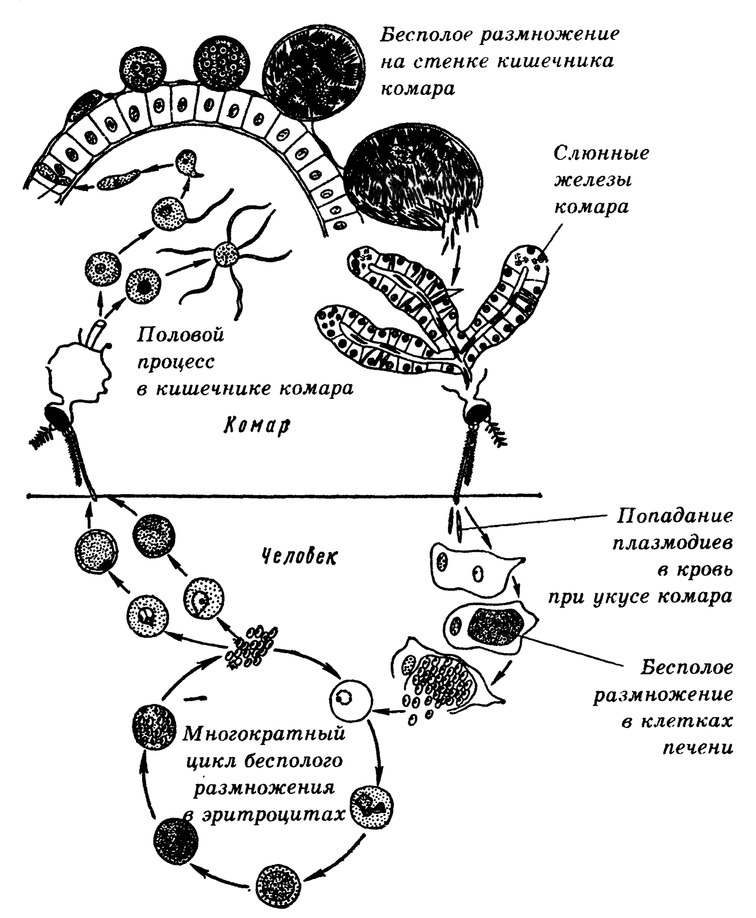
Вновь образованные маленькие клеточки — **споры** — не похожи на родительский организм. Они очень маленькие и в отличие от взрослых организмов заключены в прочную



Почкование дрожжей

защитную оболочку, которая предохраняет их от любых неблагоприятных воздействий окружающей среды. Благодаря этому споры легко переносят высушивание, сильное нагревание или охлаждение.

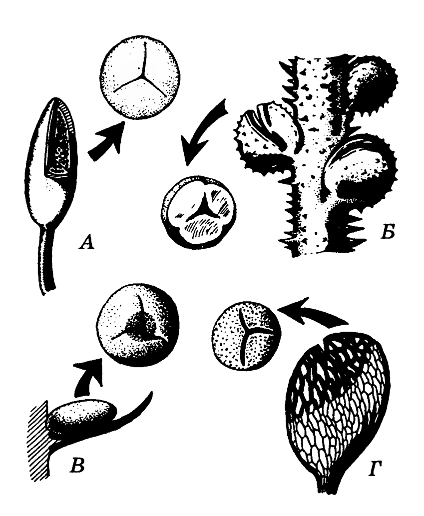
Спорами размножаются возбудители **малярии — плазмодии**, паразитирующие в эритро-



Жизненный цикл малярийного плазмодия

цитах человека. Там каждый плазмодий делится на 12 или 24 споры, причем делают они это синхронно. В результате все споры одномоментно покидают клетки крови, вызывая их разрушение. Во время такого синхронного выхода спор больного сотрясает очередной приступ малярии. Однако малярийным плазмодиям свойственно не только бесполое размножение. Попав вместе с зараженной человеческой кровью в пищеварительный тракт комара, они размножаются там половым путем.

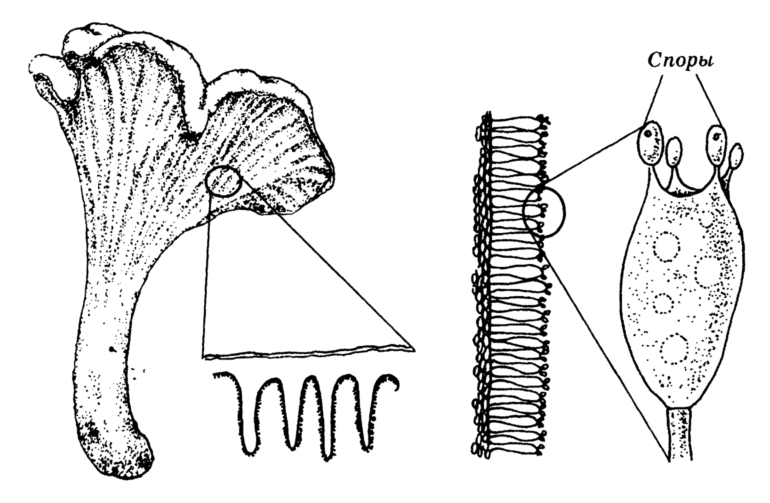
Большое значение **размножение спорами** приобрело в мире растений. У них споры образуются в особых органах — **спорангиях** — и способны переносить неблагоприятные ус-



Спорангии и споры различных ископаемых растений: А — риния, нижний девон; Б — саудония, нижний девон; В — чалонерия (плауновидное), средний карбон; Г — тодитес (папоротник), средняя юра

ловия, распространяться в новые местообитания с помощью ветра и различных животных, давая начало новым организмам. Спорами размножаются **водоросли, мхи, плауны, хвощи** и **папоротники. Семенные растения** произошли от споровых, и их **семязачатки** (расположенные внутри шишек или цветков) фактически являются видоизмененными спорангиями. (Подробнее об эволюции системы размножения растений вы можете прочитать в томе «Ботаника» серии «Я познаю мир».)

Спорами размножаются и все **грибы.** Бросающиеся в глаза **плодовые тела** грибов, которые в быту не совсем правильно называют просто «грибами», — это как раз органы, несущие на себе большое число спорангиев, рассеивающих миллиарды спор.



Спорангии грибов

СКОЛЬКО ЛАНДЫШЕЙ НА ПОЛЯНЕ?

Итак, мы рассмотрели три разновидности **бесполого размножения:** простое деление клетки — самый первый на Земле способ размножения, его модификацию — почкование — и довольно сложный тип — споровое размножение. Однако есть и еще один тип бесполого размножения — **вегетативное**, то есть размножение любыми частями тела без образования специальных клеток — спор или тем более половых. Мы уже говорили, что первые организмы размножались бесполым путем, и половое размножение им пришлось «изобретать» специально. Так вот, вегетативное размножение, хотя и относится к бесполому, возникло, наверное, даже позже полового, а уж широкое развитие получило и вовсе у высших организмов. Правда, преимущественно у **растений** и **грибов.** Высшие **животные** вегетативно не размножаются. Однако **кольчатые черви, морские звезды** — отнюдь

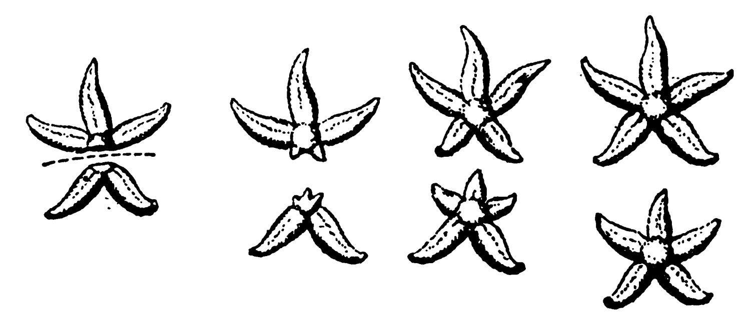


«Вегетативное» размножение многощетинкового червя аутолитус: 1 — сегменты заднего конца тела, отделяющиеся от материнской особи

не самые примитивные животные — нередко размножаются таким способом. У многих видов червей отшнуровываются части тела, становясь самостоятельными организмами, а кусочки разрубленных морских звезд вырастают в новые звездочки. Одно время таким способом — разрубанием на куски — пытались бороться с вредителем коралловых рифов — звездой **акантастер**, или **терновый венец.** Ничего хорошего из этой затеи не вышло: вместо уничтожения вредителей люди из лучших побуждений занимались их размножением.

Однако если у животных вегетативное размножение — скорее экзотика, то у растений оно получило невиданное распространение. Причем более высокоорганизованные растения — цветковые, пожалуй, даже более широко им пользуются, чем голосеменные или папоротники.

Одно из главных преимуществ вегетативного размножения — предельная простота. Не надо выдумывать никаких специальных органов:



Регенерация у морской звезды

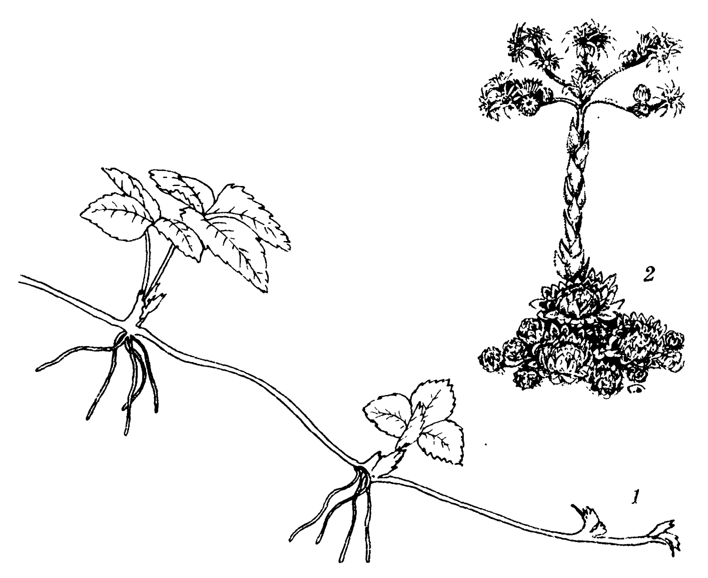
просто расти, образовывай новые побеги, пускай придаточные корни и со временем из крохотной былинки вырастет огромная куртина. Так, например, поступает в густой тени елового леса растение из семейства зонтичных — **сныть обыкновенная**. Вообще-то, ей больше всего нравится расти в дубравах, да и там — поближе к опушкам и полянам. В темных ельниках сныть почти никогда не цветет и, естественно, не дает семян — света маловато. Но она не унывает: **корневище** сныти постепенно разрастается, ветвится, со временем старые участки



Сныть обыкновенная:
А — общий вид; Б — схема строения клона
1 — развернувшийся лист; 2 — молодой лист;
3 — соцветие; 4 — отмершие участки корневища;
5 — живое корневище; 6 — надземные побеги

его отмирают, и вот уже вместо одного растения образуется несколько, к тому же «расползшихся» довольно далеко друг от друга. Такой способ вегетативного размножения — путем разделения тела растения на части в результате отмирания старых участков — называется **партикуляцией** (вспомните, как по-английски слово «часть»). Группа растений, образовавшаяся таким образом, называется **клоном.** Естественно, все растения одного клона будут генетически абсолютно идентичны.

Бывают и более «изобретательные» разновидности вегетативного размножения, с использованием более специализированных ор-



Различные способы вегетативного размножения:
1 — усами у земляники;
2 — боковыми розетками у молодила

ганов. Тем не менее эти органы остаются вегетативными: это не цветки, не шишки и не спорангии. В качестве примеров можно привести и **усы земляники**, и **воздушные луковички лилии**, и **«детки»**, образующиеся на листьях **каланхоэ**.

Вегетативное размножение имеет огромное значение для растений. Проходя вдоль лесной опушки, обратите как-нибудь внимание на растущую на краю леса **осину**. Нередко можно видеть следующую картину: на довольно большом расстоянии (5–10 метров и более) от края леса стоит взрослое — толстое и высокое дерево. Ближе к краю несколько осин помоложе, перед ними — множество тонких стволиков высотой 2–3 метра, а на поле или на лугу — густая поросль совсем тоненьких побегов осины, некоторые из которых появились только в этом году. Если раскопать землю в этой рощице, мы увидим, что все стволики осины растут от общей корневой системы, развитой самым старым стволом. Побеги, выросшие из придаточных почек на корнях, называются **корневыми отпрысками**. Размножение с помощью корневых отпрысков — очень характерное и, пожалуй, самое замечательное свойство осины. За счет вегетативного размножения осина захватывает новые территории, увеличивая площадь, занятую лесом. Без корневых отпрысков осина не смогла бы так интенсивно захватить края полей, лугов или пустырей —

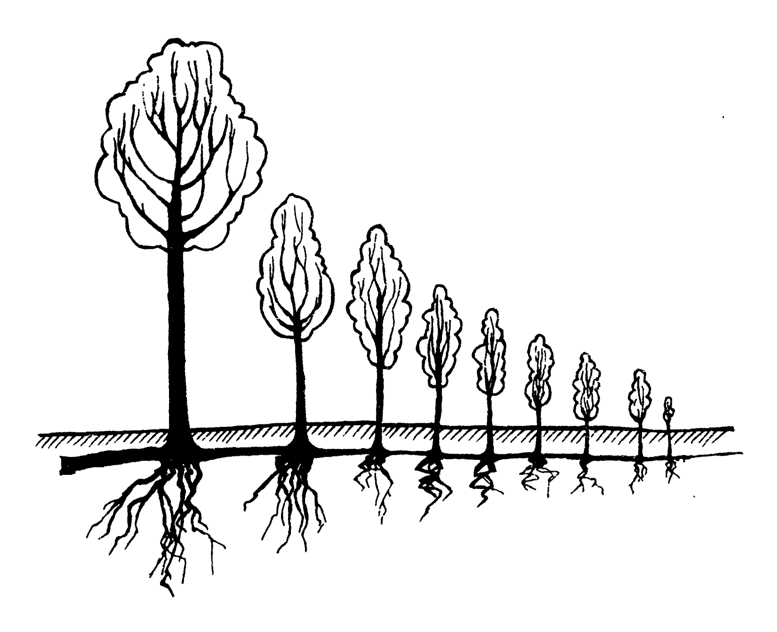


Схема клона осины

слабые проростки, развивающиеся из мелких семян осины, не смогут пробиться через густую дернину трав.

Так что, как видите, вегетативное размножение свойственно не только травам, но и деревьям. Теперь мы можем ответить на вопрос, поставленный в названии рассказа: представьте себе, вы выходите на лесную поляну и видите там великолепные заросли **ландышей**. Сколько их тут? Тысяча? Если считать только надзёмные побеги, то да, их может быть очень много — и тысяча, и больше. Но на самом деле, скорее всего, все эти побеги растут от общего разветвленного корневища, правда, возможно, его старые участки уже отмерли —

произошла партикуляция. В таком случае растений на полянке будет не тысяча, а, скажем двадцать — по числу фрагментов клона. Но тогда, чтобы подсчитать число ландышей, придется перекопать всю поляну, погубив красивое растение, к тому же занесенное в Красную книгу. Кроме того, если вам скажут, что на полянке растет двадцать ландышей, сможете ли вы представить себе их реальное количество? Одно дело — двадцать больших кусочков старого клона, а совсем другое — двадцать молодых растений, только начинающих разрастаться.



Ландыш майский

На самом деле, на вопрос «сколько на поляне ландышей?» разные специалисты ответят по-разному. Генетик скажет, что здесь одна особь, поскольку все растения генетически идентичны и произошли в результате разделения одного материнского растения. Геоботаник же скажет, что на поляне один клон, представленный тысячей (или сколько их там) **счётных единиц**. А уж разделились эти счетные единицы или остаются пока связанными общим корневищем — дело десятое.

ЖЕНСКОЕ НАЧАЛО

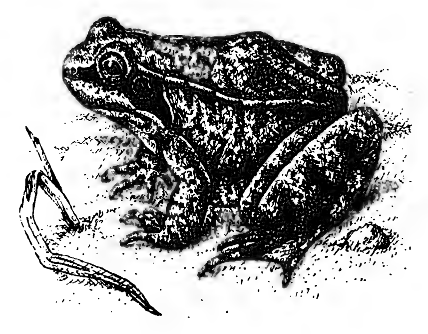
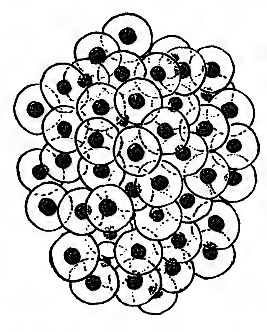
Еще в древние времена люди заметили, что если пасти коров отдельно от быков, телят в этом стаде не будет, а если курицу держать в изоляции, она яйца, может быть, и будет нести, но цыплята из них не вылупятся. Заметили это очень давно, гораздо труднее оказалось разгадать сущность подобных явлений.

Вы уже знаете главный принцип **полового размножения**: для него необходимы женская и мужская **половые клетки**. Давайте познакомимся с их строением поближе.

Женская половая клетка называется **яйцеклеткой**, или просто яйцом. Главное отличие зрелых половых клеток (и женских, и мужских), от остальных клеток тела родительских организмов состоит в том, что они имеют лишь **одинарный набор хромосом**, т. е. половину от нормального числа хромосом в клетке (см. раздел «Наследственность и наследники»).

Обычно яйцеклетка крупная, имеет овальную или шарообразную форму и содержит большое количество **желтка** — запасного вещества, за счет которого у **млекопитающих** яйцо развивается в первые дни после его оплодотворения, а у остальных животных — до полного созревания зародыша. Вот почему клетки последних часто достигают прямо-таки гигантской величины.

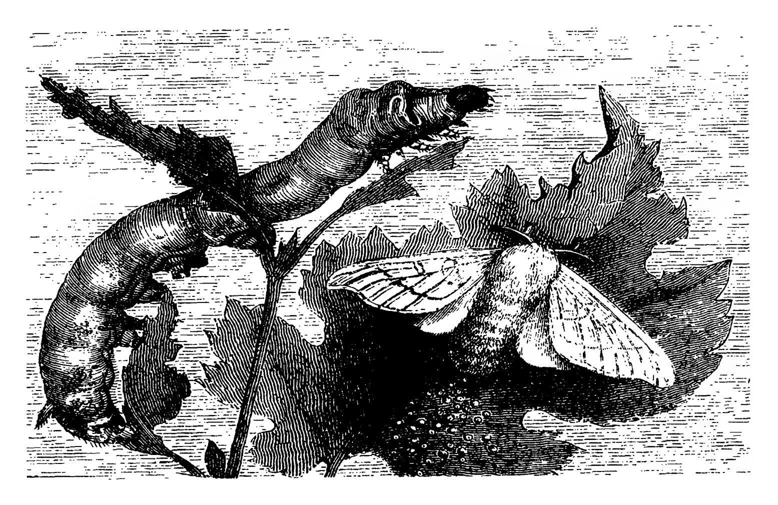
Все **позвоночные** животные, кроме млекопитающих, не могут пользоваться крохотны-

Травяная лягушка и ее икра

ми яйцеклетками. В крохотную яйцеклетку не положишь большой запас желтка, а без него зародышу не хватит питания для завершения развития и вылупления. Кроме того, из маленькой яйцеклетки и животное вылупится маленькое, и, пока детеныш дорастет до приличных размеров, его может погубить любая случайность. Из 1000 головастиков **травяной лягушки** хорошо если 10 лягушат доживают до года, а до возраста двух-трех лет, когда они становятся способными приносить потомство, в лучшем случае доживают две лягушки. Закон природы таков: если хочешь, чтобы твои дети достигали взрослого возраста, или выкармливай, нянчи и воспитывай их сам, или приноровись откладывать крупные яйцеклетки.

У млекопитающих яйцеклетки невелики. Диаметр человеческой яйцеклетки — 0,2–0,5 мм. Сравните их с яичками, которые откладывают такие миниатюрные существа, как **бабочки крапивница** и **капустница**. Их



Яйца, гусеница и взрослая особь шелкопряда

диаметр около миллиметра — по сравнению с размерами матери немало. Правда, у беспозвоночных известны и более мелкие яйца, едва достигающие 0,04 мм, но такие яйцеклетки развиваются у очень мелких животных. Еще крупнее икринки многих **рыб** — вспомните, например, красную икру. А у некоторых **амфибий** яйцеклетки могут достигать величины небольшой вишенки.

Рептилии, которым удалось «изобрести» яйцевые оболочки, откладывают еще более крупные яйца. Даже у небольших **болотных черепах** они по размеру могут превзойти плоды кизила, а у крупных **морских черепах** они бывают размером с теннисный мяч. Большие яйца у **крокодилов** и крупных **змей**.

Размер птичьих яиц связан с размером родителей. Миниатюрные яички **колибри** изящ-

ны. Они настолько хрупки, что я не решился бы взять их в руки. Нет необходимости рассказывать, какой величины куриные яйца. Яйца **уток и гусей** еще крупнее. **Страусиные** яйца могут превышать в поперечнике 10 см. Птичьи яйца, как и яйца рептилий, бабочек и так далее, — это отдельные яйцеклетки, несмотря на их гигантский размер, не свойственный клеткам животных.

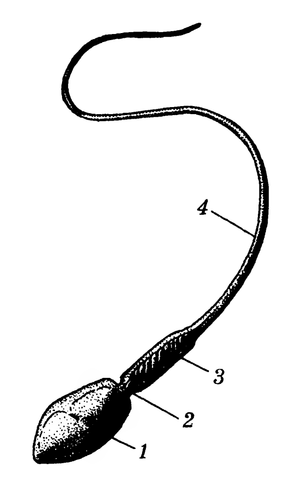
Еще крупнее были яйца гигантских **птиц моа** из Новой Зеландии. Но и это еще не рекорд. Яйца **гигантской акулы** весят около пуда.

Большая величина яйцеклеток некоторых животных, кроме больших запасов питательных веществ, объясняется также тем, что большим яйцам требуется надежная упаковка: скорлупа у птиц и кожистые оболочки рептилий и акул. Скорлупа страусиных яиц настолько прочна, что бушмены, живущие в пустыне Калахари, издавна собирали ее и использовали как кухонную посуду, а жители прибрежных районов океана называют яйцевые капсулы скатов «кошелечками русалок» и используют их для разных поделок и как сувениры.

МУЖСКОЕ НАЧАЛО

Мужские половые клетки называются **сперматозоидами.** Они весьма своеобразны и непохожи на другие клетки организма, в том

числе и тем, что содержат лишь один **набор хромосом.**



Строение сперматозоида: 1 — головка; 2 — шейка; 3 — промежуточный отдел с митохондриальной спиралью; 4 — жгутик

Обычно сперматозоиды имеют маленькую компактную головку и длинный хвостик — **жгутик,** длина которого достигает десятков и сотен микрон, а у насекомых — нескольких миллиметров. Только у некоторых червей, многоножек и ракообразных хвостик отсутствует.

По сравнению с яйцеклетками, сперматозоиды ничтожно малы. Это объясняется тем, что они почти не содержат запасов питательных веществ. Им они не нужны, так как продолжительность жизни сперматозоидов «на свободе», то есть вне тела мужского организма, чаще всего ограничена одним–двумя десятками часов или 2–3 днями.

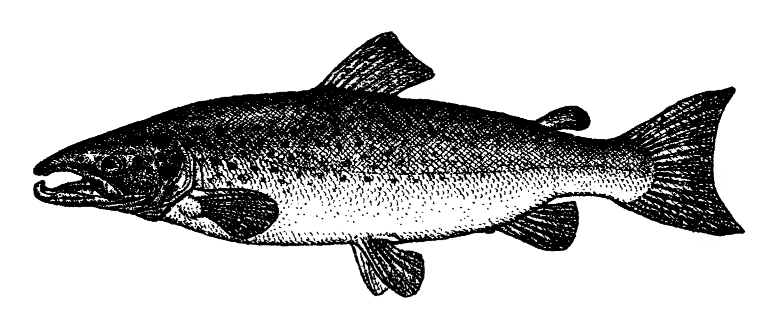
Вторая особенность мужских половых клеток состоит в том, что они обладают подвижностью. Энергично работая хвостиками, человеческие сперматозоиды передвигаются со скоростью 3 мм в минуту. Передвигаться способны даже сперматозоиды, не имеющие жгутика.

Длина человеческого сперматозоида 50–70 микрон, а его головки 4–5 микрон. Особенно сложно устроены сперматозоиды низших животных. Они часто бывают снабжены перфоратором, предназначенным для вскрытия яйцеклетки, в виде шила, сверла, долота или штопора, а также лопастями, плавниками и другими приспособлениями, помогающими передвигаться в пространстве.

Независимо от того, где должна произойти встреча сперматозоида с яйцом, в половых путях самки или вне ее организма, у каждого из них в отдельности очень мало шансов разыскать яйцеклетку. Ведь для этого ему необходимо преодолеть огромный путь, а скорость движения обычно не превышает 1,5–3 миллиметров в минуту.

Чтобы обеспечить встречу женской и мужской половых клеток, природе пришлось пойти по линии использования огромных армий сперматозоидов даже в тех случаях, когда им предстоит оплодотворить всего одну яйцеклетку. Дело осложняется еще и тем, что половые клетки очень нежны и недолговечны. Человеческая яйцеклетка, если она во время не будет оплодотворена, как правило, через сутки после овуляции погибнет. Сперматозоид должен заблаговременно до нее добраться.

Для успеха оплодотворения важна не только продолжительность жизни половых клеток, но и время, в течение которого они способны к оплодотворению. Оболочка икры



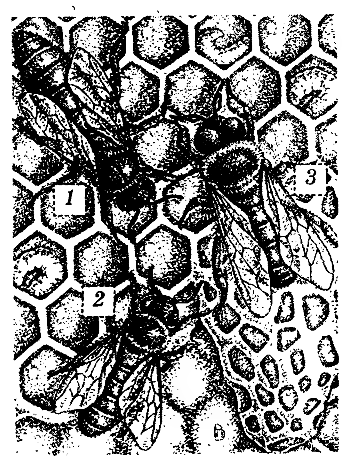
Атлантический лосось, или сёмга

лосося, попав в воду, затвердевает настолько, что сперматозоид уже не может сквозь нее проникнуть. Да и сами сперматозоиды сохраняют в воде способность двигаться очень непродолжительное время: у лосося — 45 секунд, а у речной **форели** всего 23 секунды. За такой короткий срок и должна произойти встреча обеих клеток. Поэтому при искусственном разведении лосося на рыбзаводах икру сначала «всухую» смешивают с молоками и только несколько позже переносят ее в воду.

Продолжительность жизни и способность мужских половых клеток к движению может быть значительно увеличена, если сохранять их без воды. В «сухом» виде сперматозоиды некоторых рыб могут храниться одну–две недели, а иногда и больше.

У некоторых животных мужские половые клетки хранятся в половых путях самок очень долго. У **летучих мышей** они оказываются там в начале зимы или в период зимовки, но оплодотворения в этот момент не происходит. Сперматозоиды сохраняют жиз-

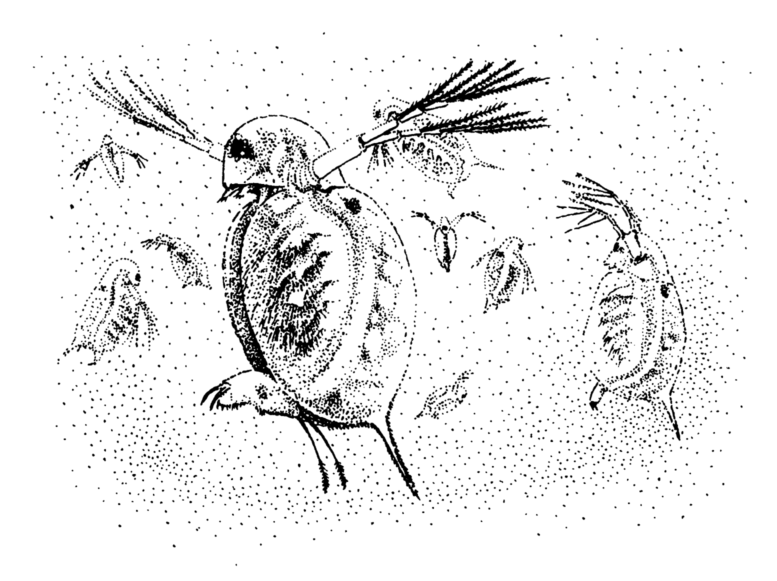
неспособность до весны. **У улиток** мужские половые клетки, попав в организм самки, могут храниться годами.



Пчелы: матка (1), рабочая (2), трутень (3)

Молодая **пчелиная матка** получает их в начале своей жизни и затем хранит в специальном мешочке несколько лет до самой смерти. Когда пчелиная матка откладывает яичко, она открывает **сфинктер** (запирающий клапан) мешочка и выпускает 3-4 сперматозоида, давая возможность одному из них оплодотворить откладываемое яйцо. Если яйцекладка производится при закрытом сфинктере, яйца останутся неоплодотворенными и из них вырастут самцы — **трутни.**

Как сперматозоиды находят яйцо? Об этом известно немного. Благодаря огромному числу сперматозоидов, встреча их с яйцом может происходить в результате случайных столкновений. Известны и особые приспособления. Яйца некоторых животных содержат специальные вещества. Выделяясь в окружающую среду в совершенно ничтожных количествах, они либо удлиняют срок жизни мужских половых клеток, либо заставляют их двигаться к источнику этого вещества.



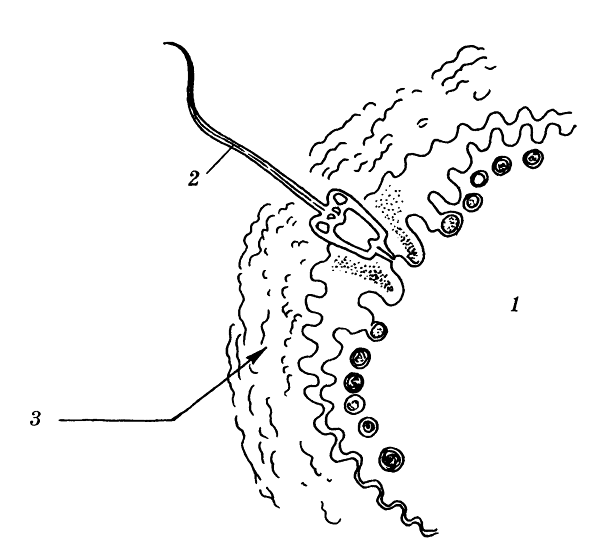
Дафнии

Наличие у существ мужского пола огромных армий сперматозоидов совсем не обязательно. Там, где устройство полового аппарата значительно облегчает встречу сперматозоида с яйцом, животные обходятся небольшим количеством мужских половых клеток. У некоторых низших **ракообразных**, родственников известной **дафнии**, две яйцеклетки хранятся в тесной **выводковой камере**, куда и вводятся сперматозоиды, после чего отверстие, через которое они туда попали, закрывается. Сперматозоиды у этих рачков очень крупные, малоподвижные и, что особенно интересно, их мало. У самцов их не более 20, а каждая самка получает не больше пяти.

КРАЕУГОЛЬНЫЙ КАМЕНЬ

Чтобы с яйцеклетки началось развитие нового организма, она должна быть оплодотворена сперматозоидом. Давайте познакомимся с тем, что такое **оплодотворение** и как оно происходит.

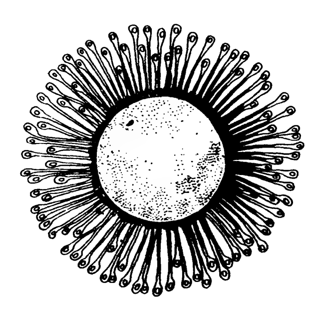
Оплодотворение начинается с прикрепления сперматозоида к оболочке женской половой клетки. Теперь он должен проникнуть внутрь, что совсем не просто — этому препятствует оболочка яйцеклетки. У некоторых животных, например у **иглокожих** и **амфибий**, она очень толстая и совершенно непреодолима для сперматозоида, за исключением



Оплодотворение у морского ежа:
1 — яйцеклетка; 2 — сперматозоид;
3 — плотная оболочка яйцеклетки

узкого канала, называемого микропиле. Только через это отверстие внутрь яйца и может проникнуть сперматозоид. Усилия, которые при этом развивают настырные мужские половые клетки, огромны. Можно наблюдать, как крупные яйца **морских ежей** под дружным натиском многочисленных армий сперматозоидов, которые в сравнении с яйцеклетками ничтожно малы, начинают медленно двигаться или вращаться.

Яйцеклетки некоторых высших животных и человека, кроме собственной оболочки, окружены еще слоем клеток, так называемым **лучистым венцом**. Самостоятельно пробиться через эту преграду ни один сперматозоид не может. Только общие усилия нескольких сотен тысяч мужских половых клеток могут привести к прорыву этого барьера. При этом вещество, спаивающее клетки лучистого венца, разрушается под действием специального фермента, в ничтожных количествах содержащегося в головках сперматозоида. Лишь после этого один из сперматозоидов сможет проникнуть в яйцо.



Яйцеклетка в «лучистом венце»

Проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки сразу же вызывает в ней ряд изменений. В первую очередь изменяется ее оболочка: за короткий отрезок време-

ни она так уплотняется, что больше сквозь нее не сможет проникнуть ни один сперматозоид. Возникновение этой оболочки гарантирует, что яйцеклетка будет оплодотворена только одной мужской клеткой. Это означает, что ядро яйцеклетки сольется только с ядром проникшего в нее сперматозоида и ядро **зиготы** будет содержать нормальный **двойной набор хромосом**. Затем зигота начнет делиться.

Впрочем, для некоторых организмов проникновение в яйцеклетку нескольких сперматозоидов является нормальным явлением. У них с ядром яйца все равно сольется лишь один сперматозоид. Остальные погибают недалеко от поверхности ядра, и их вещество используется для питания яйцеклетки. Другое дело, когда возникновение непроницаемой оболочки у яйца запаздывает, и благодаря этому в него успевают нелегально проникнуть несколько сперматозоидов. При слиянии их ядер с ядром яйцеклетки общее количество хромосом оказывается больше нормального.

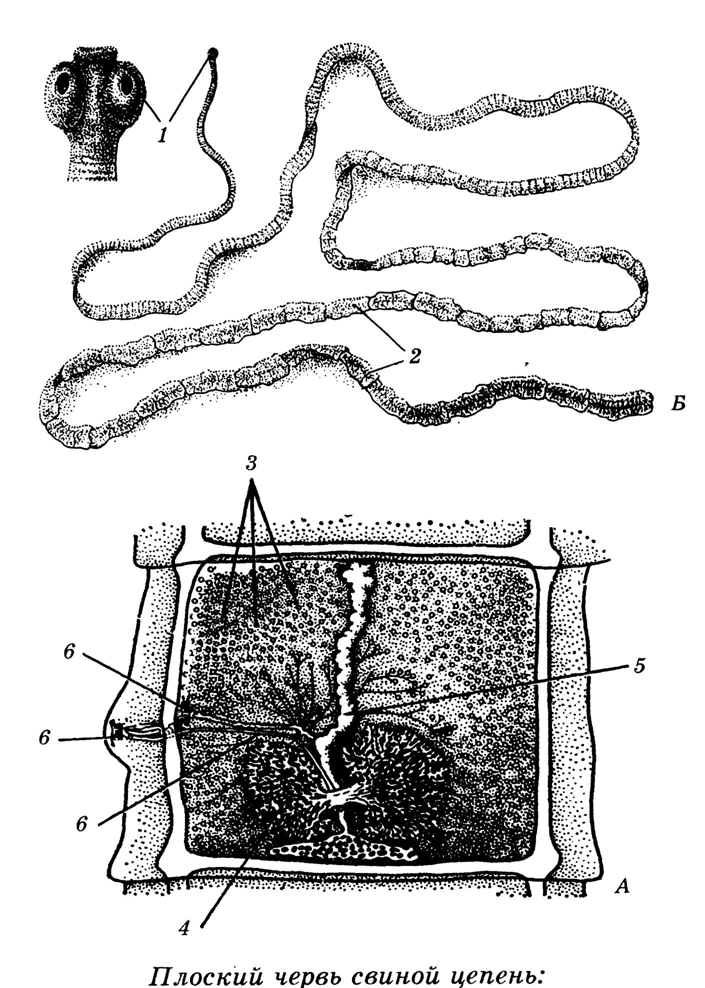
Слияние ядра яйцеклетки с ядрами нескольких сперматозоидов происходит лишь в редких, исключительных случаях. Такая яйцеклетка обычно развивается неправильно и вскоре гибнет. Однако у **насекомых**, **птиц** и некоторых других животных в искусственных условиях удается вырастить до взрослого состояния отдельные особи, полученные от слияния яйцеклетки с несколькими сперматозоидами.

Оплодотворение — специфическая реакция. Это значит, что слияние может произойти лишь между половыми клетками животных, относящихся к одному виду, в крайнем случае — к очень близким видам (как собака и волк, например).

Еще одна особенность оплодотворения — оно необратимо. Даже если сперматозоид, проникший в яйцеклетку, почему-либо погибнет, она всё равно будет «считать себя» оплодотворенной. Иногда «овдовевшая» яйцеклетка продолжает свое развитие, как будто ничего и не произошло. Зародыши, развивающиеся из таких неполноценно оплодотворенных яиц, обычно гибнут, но иногда достигают взрослого состояния. Способность яйца развиваться после гибели или удаления проникшего внутрь сперматозоида — очень важное свойство. Благодаря этой способности с яйцом могут происходить удивительные вещи.

МАПА ИЛИ ПАМА?

Греческие легенды рассказывают, что прекрасная нимфа Салмакида безумно влюбилась в красивого юношу Гермафродита, сына богов Гермеса и Афродиты. Она обратилась с мольбой к богам сделать их навек неразлучными, и боги, вняв ее просьбе, слили их в одном теле. Естественно, это фантастическое существо оказалось двуполым.

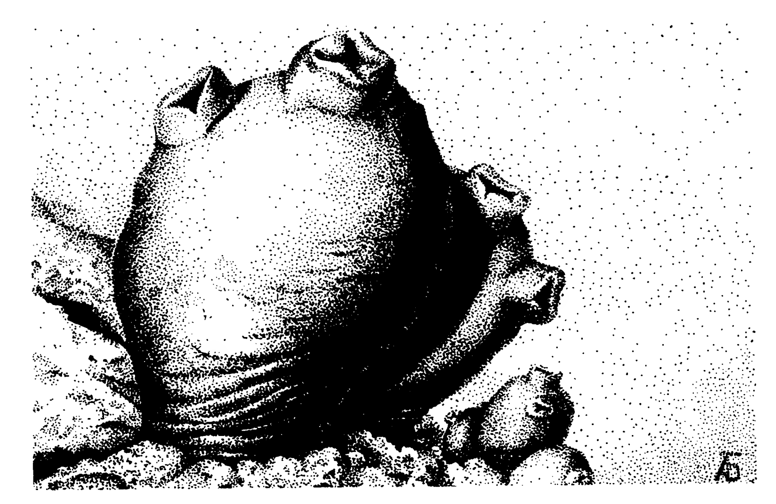


Плоский червь свиной цепень:
А — половая система; Б — общий вид
1 — головка с органами прикрепления;
2 — членики; 3 — семенники; 4 — яичник;
5 — матка; 6 — половые протоки

Не только греческие боги, но и природа любила пошутить. На Земле немало подлинных **гермафродитов**, настоящих двуполых су-

ществ. У них есть и женские, и мужские **половые железы**, которые вырабатывают половые клетки двух типов. Однако гермафродитов, способных оплодотворить себя сами, т. е. размножаться в одиночку, сравнительно немного. Большинству гермафродитных животных для размножения нужен партнер, как и раздельнополым существам. Однако если у двух раздельнополых животных откладывает яйца или рождает детенышей только одна самка, то у гермафродитов оба партнера после спаривания могут отложить яйца.

Самооплодотворение чаще всего встречается у животных, ведущих паразитический образ жизни. Если бы не это, отгороженный в теле своего хозяина от внешнего мира **паразит** был бы лишен возможности оставить потомство. У **плоских червей**, паразитирующих в кишеч-



Асцидия

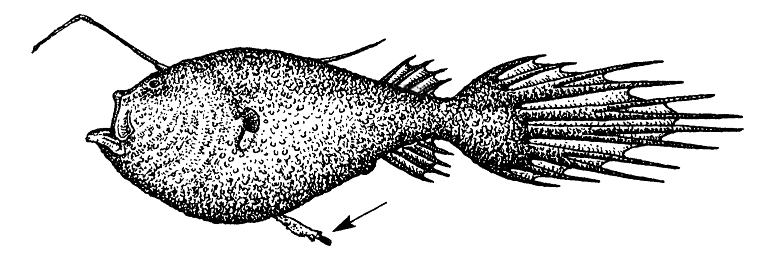
нике позвоночных, протоки мужской и женской половых желез впадают в общую камеру, где и происходит встреча **половых клеток.**

Для многих гермафродитных организмов самооплодотворение невозможно. Причины этого могут быть самыми разными. Чаще всего мужские и женские половые клетки созревают в разное время. Но может быть и так, что **яйцеклетки** просто не могут быть оплодотворены **сперматозоидами** того же организма. Это явление наблюдается у **асцидий**, но механизм его пока не разгадан.

Большинство гермафродитных организмов, неспособных к самооплодотворению, в период размножения или одновременно выполняют функции самца и самки или в разные периоды жизни выступают то в одной, то в другой роли.

Отнюдь не единичным явлением, внешне напоминающим гермафродитизм, является паразитирование представителя одного пола на особи другого пола. В некоторых случаях природа использовала «опыт» греческих богов, слив в одном теле самца и самку. Речь идет о глубоководных **удильщиках**, очень своеобразных **рыбах** океанских глубин.

У этих рыб самки примерно в 100 раз крупнее самцов, которые так и называются — **карликовыми.** Самцы, слегка подкормившись после вылупления из икринок, отправляются на поиски невесты. Если в отпущенный им срок не найдут самку, гибнут от истощения. Неуди-



Карликовый самец удильщика на самке (указан стрелкой)

вительно, что счастливцы, которым повезло встретить самку (а в малонаселенных глубинах океана такая встреча может и не произойти), не тратят время на знакомство с невестой, не выясняют, красивая она или нет, а просто вцепляются в нее зубами и скоро прирастают к ней. Да не просто прирастают, а самым настоящим образом срастаются. Их пищеварительная система атрофируется, кровеносная объединяется с сосудами самки, и самец фактически превращается из организма в орган, придаток организма самки. Когда самка мечет икру, эти «придатки» вспоминают о своих мужских обязанностях и поливают ее молоками, обеспечивая оплодотворение.

В одну самку могут вцепиться и два, и четыре самца. Они ведь вцепляются в нее, не спрашивая, замужем она или нет. Такой паразитизм самцов на самках собственного вида в условиях глубоководья оказывается очень выгодным. Во-первых, экономия — карликовым самцам нужно гораздо меньше пищи, чем если бы они были размером с самку, а то и крупнее,

как у многих животных. На больших глубинах пищи мало, так что «лишние рты» ни к чему. Во-вторых, из-за редкой плотности популяции рыб на глубине встреча самца и самки, если бы им надо было встречаться каждый сезон размножения, маловероятна. А так у самки всегда есть при себе запас «карманных» самцов.

ГРОССМАМА

Мы сказали, что у живых существ, имеющих половые клетки, возникновению зародышей всегда предшествует слияние женской и мужской половых клеток. Однако почти из любого правила в биологии нет-нет да найдется исключение. Так уж устроены живые организмы: не любят они жестких указаний: «Делай то, не делай это». Не успеют биологи вывести какой-нибудь закон, как тут же найдут организм, ему не подчиняющийся. Так и с размножением с помощью половых клеток.

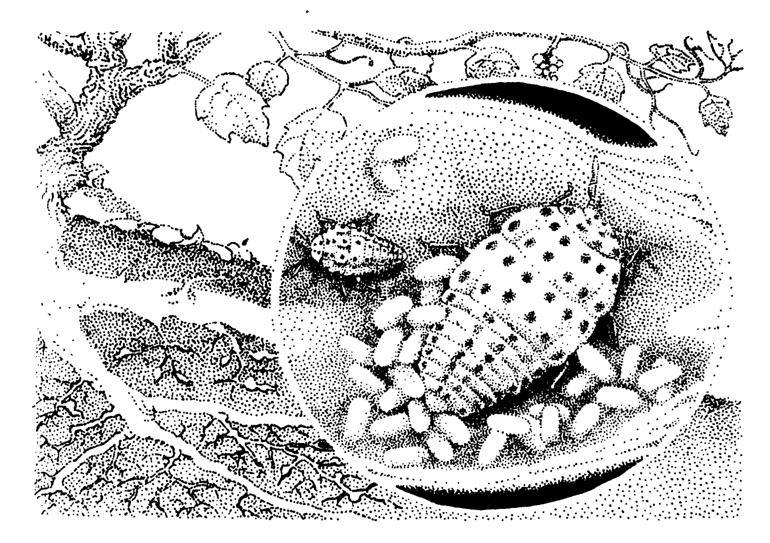
У некоторых животных и растений яйцеклетки способны развиваться сами по себе, без оплодотворения мужскими половыми клетками. Это явление было открыто **А. Ван Левенгуком** в начале XVIII века и получило название девственного размножения, или **партеногенеза**.

При любых способах оплодотворения какое-то число яйцеклеток может остаться неоплодотворенным. Обычно они вскоре гибнут, но иногда, у **иглокожих**, например, или неко-

торых **червей** и **членистоногих** неоплодотворенные яйцеклетки могут начать делиться и развиваться, как положено эмбриону. Такое развитие редко идет до конца — **эмбрион** рано или поздно гибнет. Но известны некоторые виды **кузнечиков** и других **насекомых**, у которых яйца, случайно оставшиеся неоплодотворенными, развиваются нормально, а личинки, вылупившиеся из них, вырастают до взрослых особей. У таких кузнечиков оплодотворение является желательным, но необязательным условием размножения.

Однако у названных нами животных партеногенез — явление случайное, не имеющее для них серьезного значения. Но есть и организмы, которые размножаются только или преимущественно партеногенетически или чередуют партеногенетическое размножение с нормальным. Последний способ размножения получил название **сезонного партеногенеза.** Он присущ **тлям** и многим другим насекомым.

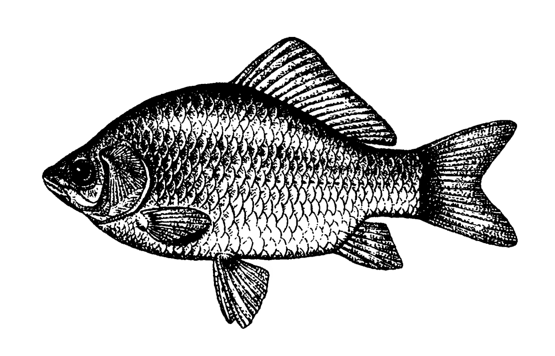
У виноградного вредителя **филлоксеры** из отложенных с осени яиц весной развиваются только самки, их называют основательницами. Из 50 яиц, отложенных каждой из них, партеногенетически развиваются такие же самки, которые, в свою очередь, отложат неоплодотворенные яйца. В течение лета появляется несколько поколений самок, а самцы по-прежнему отсутствуют. Только осенью из неоплодотворенных яиц выведется два вида крылатых самок, не очень похожих друг на друга. Одни



Филлоксера виноградная

из них отложат более крупные яйца, из которых выведутся самки. Из более мелких яиц, откладываемых другими, выведутся самцы. И все эти яйца разовьются партеногенетически. Таким образом, только осенью размножение наконец произойдет с участием самцов, и суровую зиму будут переживать яйца, развившиеся из оплодотворенных яйцеклеток.

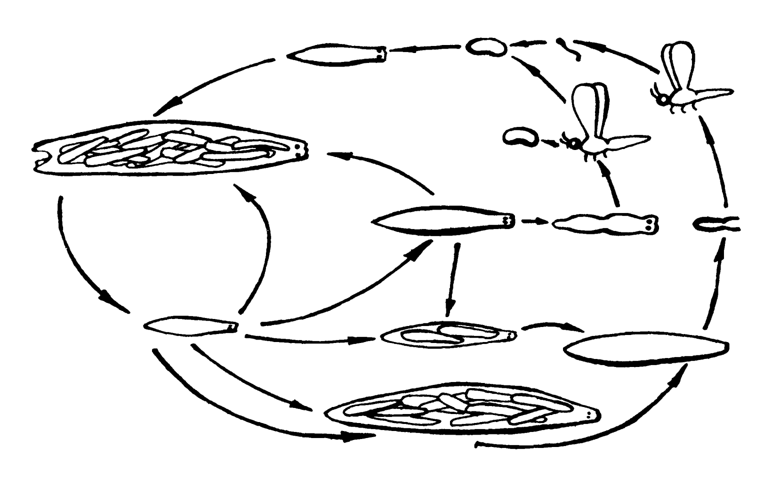
Многие животные могут обходиться совсем без полового размножения. Эксперименты, проведенные над одним из мелких видов **рачков**, продолжались 28 лет. За это время было получено 124 поколения рачков, но ни одного самца среди них не оказалось. Такой же постоянный партеногенез наблюдается у некоторых видов **пилильщиков, орехотворок** и других насекомых.



Серебряный карась

Партеногенез встречается и у **позвоночных** животных. Среди **скальных ящериц**, живущих на Кавказе, примерно у 15 видов самцы отсутствуют. У **серебристых карасей** помимо обычной, двуполой формы, существует еще и однополая, представленная только самками. Икра однополых карасей развивается за счет воздействия сперматозоидов других видов рыб, чаще всего **сазанов**. Истинного оплодотворения при этом не происходит. Роль чужеродных сперматозоидов сводится лишь к активированию яйцеклетки, которая дальше развивается партеногенетически.

Интересную форму партеногенеза представляет собой **педогенез** насекомых. Выведшаяся из яйца **личинка галловой мухи**, относящейся к отряду двукрылых, никогда не станет взрослым насекомым. У нее в теле созревают яйцеклетки, и тут же без всякого оплодотворения начинают развиваться. В результате из яиц вылупляется 8–13 дочерних личинок, которые понемножку, не торопясь, общими уси-



Галлица и возможные пути развития ее личинок

лиями съедают свою мать изнутри и потом покидают ее шкурку. Но и их судьба не лучше. В их теле, в свою очередь, будут развиваться и подрастать нежные «непорочные» детки и так далее. Лишь осеннее поколение личинок достигнет стадии куколки, и из них вылупятся взрослые самцы и самки. Партеногенетическое развитие можно вызвать и искусственно, в таком случае удается получить эмбрионы даже из **человеческих яйцеклеток**. Однако они гибнут на ранних стадиях развития.

СКОЛЬКО ЦЫПЛЯТ МОЖЕТ ВЫЛУПИТЬСЯ ИЗ ЯЙЦА?

Когда хозяйка курицы подкладывает под нее полтора десятка яиц, она не надеется получить 30 цыплят. Также и из ста икринок

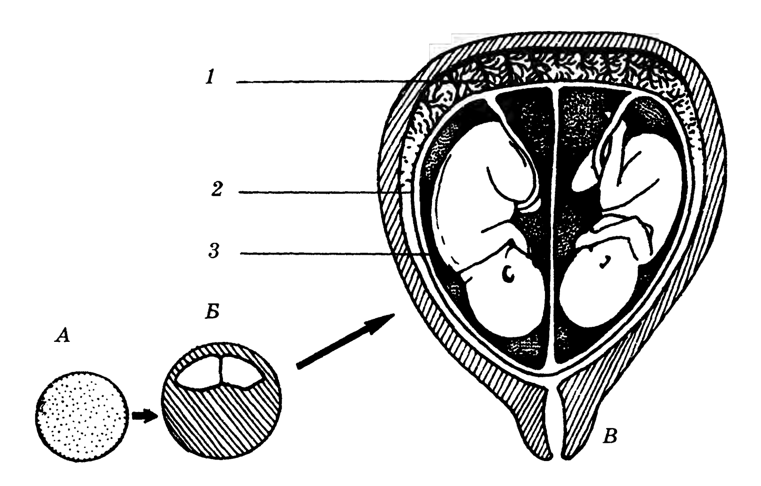


Схема образования однояйцевых близнецов:
А — зигота; Б — разделившиеся клетки;
В — однояйцевые близнецы
1 — плацента; 2 — хорион; 3 — амнион

лягушки никогда не вылупится больше сотни головастиков. Из каждой оплодотворенной яйцеклетки — зиготы — развивается один-единственный зародыш. Однако это правило, а биологические правила, как мы уже говорили, редко обходятся без исключений.

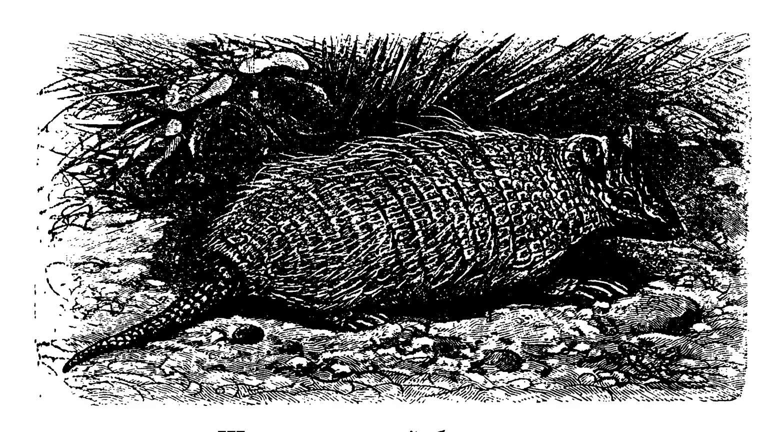
Иногда вследствие неправильного развития яйца, причины которого в настоящее время еще недостаточно ясны, две клетки, образовавшиеся в результате первого дробления, разделяются и в итоге дают начало двум зародышам, двум **однояйцевым близнецам**. Чаще разделение происходит на более поздних стадиях, когда зародыш состоит из 100 и более клеток.

Однояйцевые близнецы известны у **человека** и многих животных. Наиболее редки они

у птиц, но не потому, что у них не случается разделения зародыша надвое. Просто обычно зародыши, вынужденные развиваться в тесноте общей скорлупы, гибнут.

У человека однояйцевые близнецы развиваются вполне благополучно, но все же представляют собой очень редкое, случайное явление. Но на свете немало и таких животных, для которых образование близнецов не только нормально, но и обязательно. В их числе есть и млекопитающие, например **броненосцы.**

У **девятипоясного броненосца** из одного оплодотворенного яйца всегда возникает четыре зародыша, которые, как и все однояйцевые близнецы, бывают одного пола: ведь они произошли от одной и той же оплодотворенной яйцеклетки. У **семипоясного броненосца** бывает 4, 8 или 12 однополых детей. Правда, чаще их меньше, поскольку, видимо, из-за тесноты помещения, где им приходится расти



Шестипоясный броненосец

и развиваться, некоторые эмбрионы гибнут еще до рождения.

Обязательность рождения близнецов, и именно однояйцевых, у броненосцев связана с тем, что у этой группы зверей почему-то (этого пока никто не знает) за один сезон размножения созревает только одна яйцеклетка. А для продолжения рода, вопреки всем несчастным случайностям, броненосцам «желательно» иметь побольше детенышей в выводке. Вот эволюция и пошла на хитрость: раз нельзя повысить плодовитость за счет созревания большего числа яйцеклеток, что ж, заставим зародыши на ранних стадиях образовывать множество однояйцевых близнецов.

Особенно часто развитие нескольких зародышей из одного яйца наблюдается у паразитических организмов. Им это приспособление крайне необходимо для сохранения вида, особенно для тех **паразитов**, которым нелегко проникнуть в тело своего будущего хозяина. Один из них откладывает свои яйца на яйца **гессенской мухи**. Яйцо паразита делится на 16 клеток. Из каждой клетки после их следующего деления развивается один или два зародыша. Таким образом, одно яйцо в общей сложности могло бы дать 32 новых организма, однако в нормальных условиях их рождается не более восьми. И все равно очень выгодно — самка отложила одно яйцо, а получила сразу восемь потомков.

Из яиц некоторых видов **наездников**, яйца которых чаще всего развиваются в теле

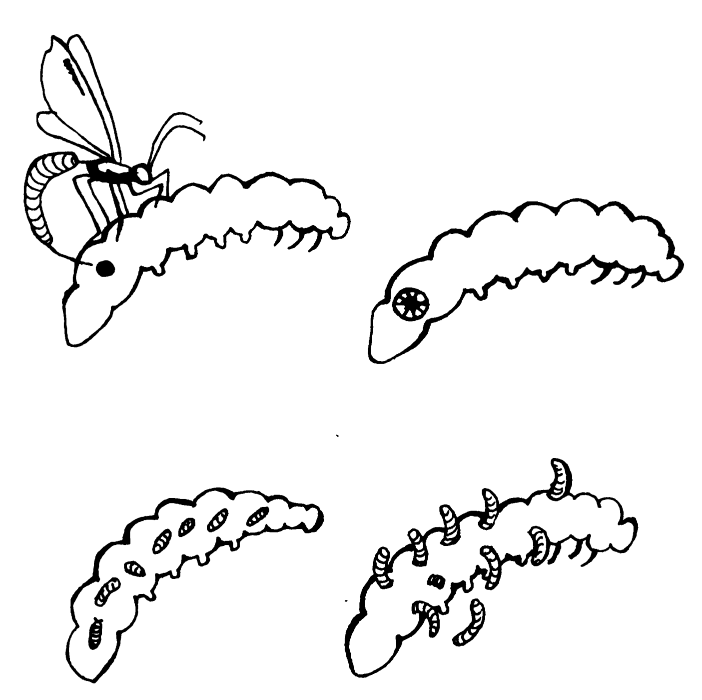
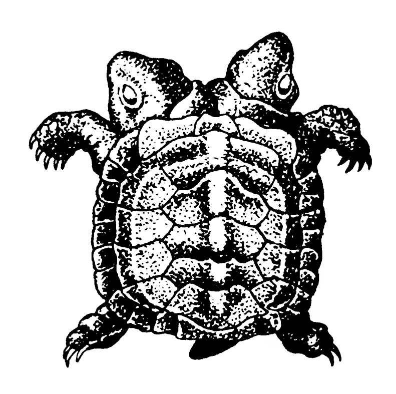


Схема развития полиэмбрионического наездника

живых насекомых, может развиться 1000–1500 личинок. Конечно, для возникновения такого колоссального количества зародышей в яйце не хватило бы питательных материалов. Развитие зародышей оказывается возможным только благодаря тому, что оно с самого начала протекает за счет жертвы. Запас питательных веществ таким яйцам не нужен, и его в яйцах наездников не бывает.

Однояйцевые близнецы могут получиться и когда эмбрионы разделились не полностью. Но тогда рождаются детеныши, сросшиеся теми или иными частями тела, — **сиамские близне-**



Двухголовый черепашонок

цы. Если яйцо разделилось незначительно, рождаются уродливые существа: четырехлапые цыплята, двухголовые телята, двухвостые ослы и рыбы, двухголовые жаворонки и дельфины. Неоднократно находили двух- и даже трехголовых змей. Видимо, такие находки способствовали возникновению легенд о многоголовых драконах, а также изображения двуглавого орла, попавшего на герб Византийской империи, заимствованный позже русским царем Иваном III.

А можно ли искусственным путем вырастить из одного яйца несколько организмов?

Если осторожно отделить друг от друга половинки только что разделившейся зиготы, то из каждой клеточки может развиться полноценный организм. Даже после второго деления из всех четырех клеток можно получить вполне нормальных животных. После третьего и четвертого дробления все 8 или 16 клеток способны начать нормальное развитие, но зародыши обычно гибнут на ранних стадиях развития. Искусственное поклеточное разделение зародыша на более поздних стадиях пока не увенчалось успехом.

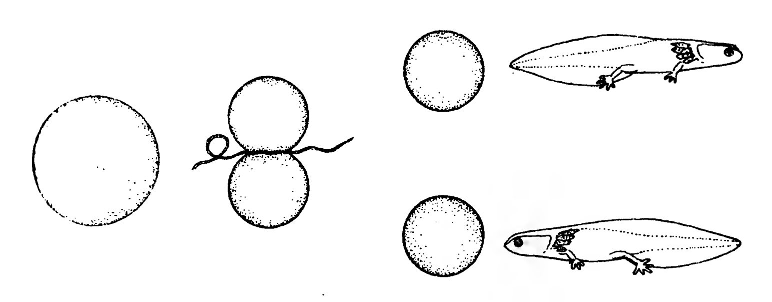


Схема опыта с яйцом тритона

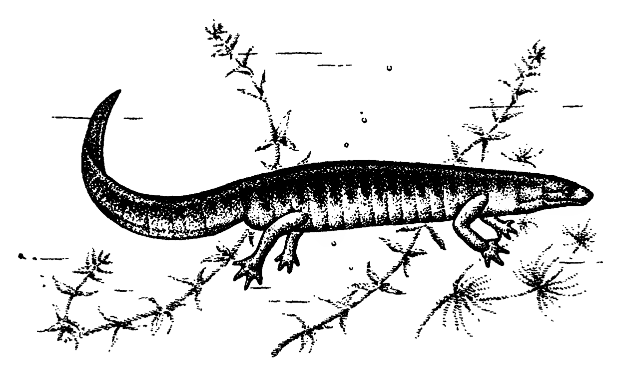
Неудача поклеточного разделения зародыша, сделанное на стадии третьего и более поздних дроблений, не означает, что в этот период яйцо уже не может дать жизнь нескольким организмам. Эксперименты на крупных яйцах **амфибий и морских ежей** подтвердили такую возможность. Если перевязать ниткой яйцо тритона, уже имеющее 100 или больше клеток, из него можно получить две личинки тритона. Правда для этого нужно, чтобы яйцеклетка была разделена в плоскости первого деления. Разделенные таким образом яйца развиваются нормально, но из них, конечно же, вылупляются мелкие личинки, отстающие в росте от нормальных личинок.

А что произойдет, если из двух яйцеклеток создать одну большую? Такие операции удаются. Клетка, образованная из 2-3 яйцеклеток (при этом надо удалить лишние ядра), развивается нормально, но из нее вылупляются очень крупные личинки, которые на всех стадиях развития опережают в росте своих соплеменников, развивавшихся в нормальных клетках.

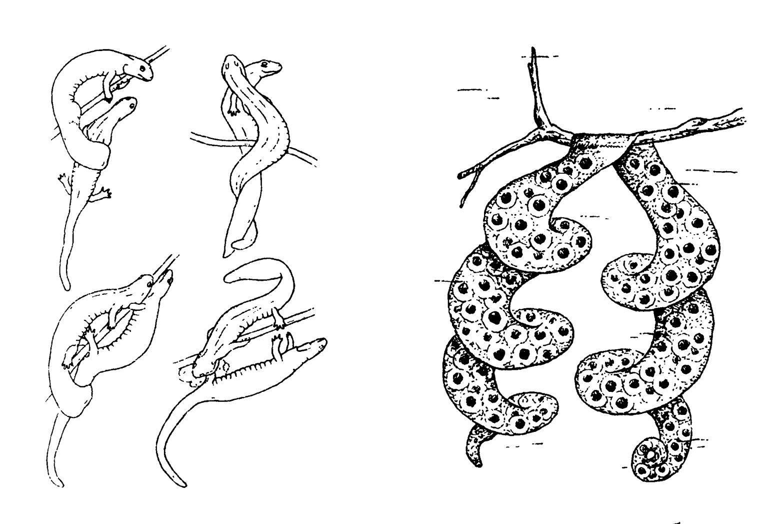
ПОЛОВЕЦКИЕ ПЛЯСКИ

При **половом размножении** необходимо участие двух половых партнеров: мужской и женской особи. Однако не всегда при этом необходим контакт между самцом и самкой. Некоторым вполне достаточно, если в одно и то же время самец и самка окажутся в одном месте. Именно на это, на привлечение партнера, на то, чтобы вызвать у него желание обзавестись потомством, и растрачивается в период размножения у животных весь эмоциональный запал.

Как только к нам на север приходит весна, крохотные тритоны — **сибирские углозубы** спускаются в водоемы. Они не теряют времени даром. Когда вода достаточно прогреется, самка отправляется на поиски неглубокого и хорошо освещенного солнцем участка. Выбрав поближе к поверхности (здесь детям будет теплее) подходящий пучок водорослей или



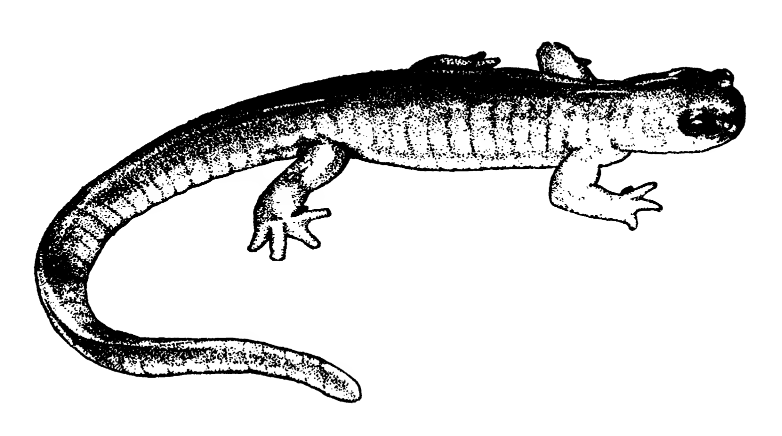
Сибирский углозуб



Брачные «танцы» и икряные мешки углозуба

корягу, она цепляется за нее лапками и начинает волнообразно изгибать туловище и хвост. На призыв этого своеобразного танца, а, может быть, на распространяющийся таким образом аромат, спешат самцы и устраивают вокруг самки веселый хоровод. Убедившись, что самцы появились, самка не мешкая откладывает парные **икряные мешочки** с 40–125 икринками в каждом и прикрепляет их к той коряге или растению, на котором танцевала. На этом ее функция окончена, и она уступает место одному из самцов, который прикрепляет к икряным мешочкам **сперматофор** — парный пакет со сперматозоидами.

У **семиреченских лягушкозубов**, обитающих в Средней Азии в предгорьях Тянь-Шаня, инициаторами «свадьбы» выступают самцы. Облюбовав в родном ручье глубокую

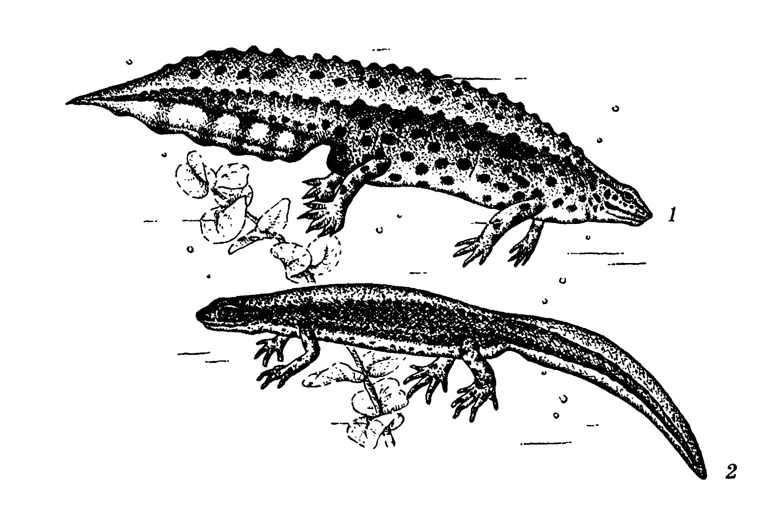


Лягушкозуб

нишу под корнями прибрежных растений или хорошую корягу, самец прикрепляет с нижней стороны парный мешочек сперматофоров и начинает танец. Обычно к нему присоединяются товарищи. Привлеченная «половецкими плясками» приплывает самка и, отыскав сперматофор, прикрепляет к нему парный икряной мешочек.

Подобный способ размножения носит название **наружного оплодотворения**. Другие хвостатые амфибии пользуются **внутренним оплодотворением**, но и для него особенно тесного контакта не требуется.

У обыкновенных тритонов брачный период начинается, как только вода в водоемах достаточно согреется. Первыми в водоемы уходят самцы, выбирают подходящий участок и ставят на его границах пахучие метки. Они необходимы, чтобы отпугнуть других самцов и привлечь самку. Как только она появится,



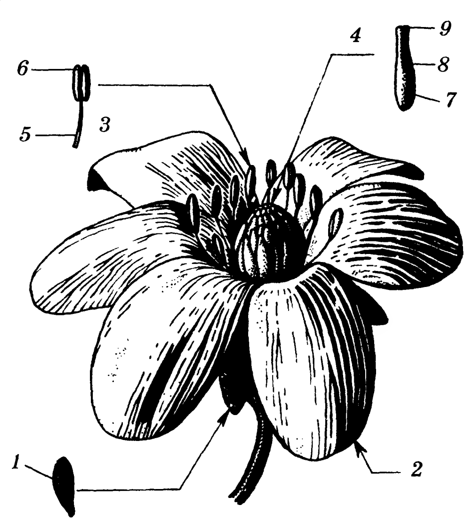
Обыкновенный тритон: 1 — самец; 2 — самка

самец начинает сигнализировать своим хвостом, выражая ей свою доброжелательность.

Познакомившись, тритоны начинают свой свадебный танец. Особенно усердствует самец. Он кружит вокруг невесты и неотступно следует за ней. Не думайте, что свадебный бал длится долго. Самцу достаточно двух минут, чтобы вскружить самочке голову. На этом танцы кончаются, и самец уходит. Теперь он становится лидером, а самка следует за ним. Время от времени она старается дотянуться носом до кончика хвоста своего избранника. Когда это ей удается, самец останавливается, задирает хвост вверх, откладывает сперматофор и идет дальше. А самка наползает брюшком на сперматофор, захватывает его краями клоаки, и всё — брачный акт закончен, супруги могут разойтись.

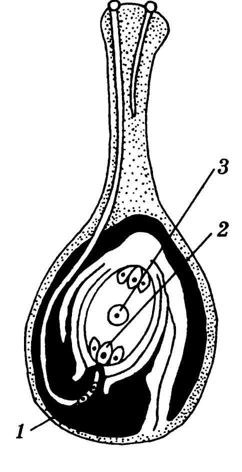
Процесс развития семян у **цветковых растений** напоминает процесс размножения двуполых животных. Для полового размножения растений предназначены **цветки**. Главные части цветка — тычинки и пестики.

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, прикрепленного к ее верхнему концу. Он содержит пыльцевые мешки, в которых развиваются пыльцевые зерна. В каждом пыльцевом зерне образуется две мужские половые клетки — два **спермия**. (Половые клетки цветковых растений неслучайно называются спер-



Строение цветка:
1 — чашелистик; 2 — лепесток; 3 — тычинка; 4 — пестики; 5 — тычиночная нить; 6 — пыльники; 7 — завязь; 8 — столбик; 9 — рыльце

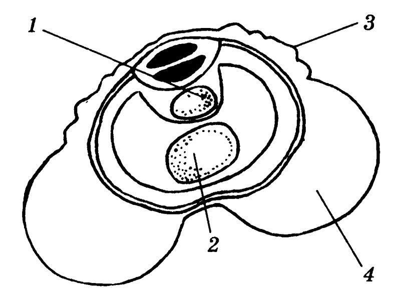
миями, а не сперматозоидами. Спермии не имеют жгутика и сами по себе почти неподвижны, а сперматозоиды обладают «хвостиком» и могут плыть за счет его движений.)



Оплодотворение у растений:
1 – спермии;
2 – яйцеклетка;
3 – центральная клетка

Пестик (или пестики, у примитивных цветковых их много) состоит из завязи, в которой находятся семязачатки, столбика (иногда нескольких столбиков) и рыльца, расположенного на верху столбика. Завязь может быть одно-, двух- или многогнездная. В каждом гнезде находится один или несколько **семязачатков.**

Чтобы из семязачатка развилось семя, а из завязи — плод, нужно, чтобы один спермий пыльцевого зерна слился с **яйцеклеткой** зачатка, а другой — с **центральной клеткой зародышевого мешка.** Тогда из яйцеклетки разовьется зародыш растительного организма, а из зародышевого меш-



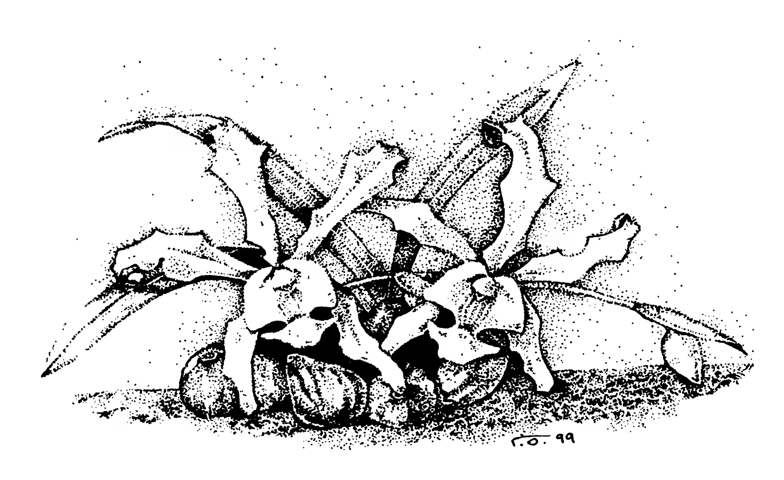
Пыльцевое зерно сосны:
1 — генеративная клетка, образующая спермии; 2 — клетка пыльцевой трубки;
3 — оболочка;
4 — воздушные мешки

ка — питательная ткань семени. Для этого пыльцевое зерно должно попасть на рыльце пестика и прорасти, то есть образовать **пыльцевую трубку**, проникающую в завязь к яйцеклетке. По каналу пыльцевой трубки спермии пыльцевых зерен попадают в зародышевой мешок.

Опыление — перенос пыльцы с тычинок на рыльца пестиков. У одних растений рыльце пестика опыляет пыльца того же цветка. Такие растения называются самоопыляемыми. К ним относятся такие широко известные растения, как овес и картофель. Перекрестно-опыляемые растения опыляются пыльцой с других растений того же вида. У многих перекрестно-опыляемых растений тычинки и пестики созревают не одновременно, поэтому **самоопыление** у них невозможно. К таким растениям, например, относится **виктория регия**, о которой мы поговорим чуть позже. Перекрестное опыление осуществляется с помощью ветра, насекомых, птиц или других животных (даже млекопитающих и... слизней).

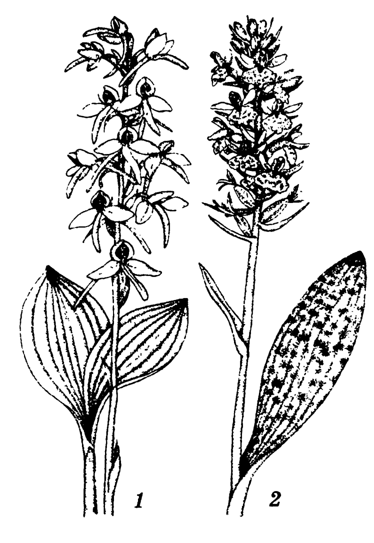
СВАХИ ОРХИДЕИ

Среди цветковых растений семейство **орхидей** — самое обширное, хотя нам, северянам, эти растения знакомы в меньшей степени. Однако орхидные растут и у нас и, если вы бывали в хорошем (не замусоренном и не истоптанном) лесу, то наверняка видели орхидеи,



Тропические орхидеи

хотя, возможно, и не знали, что вы видели. Знаете ли вы растение, называемое в народе «ночной фиалкой»? На самом деле это не фиалка, а орхидея **любка двулистная.** Кроме нее в средней полосе России широко распространено несколько видов **ятрышника.**



Любка двулистная (1) и ятрышник обыкновенный (2)

Знаменитый **венерин башмачок,** к сожалению, ставший очень редким, — это тоже представитель семейства орхидных.

Пожалуй, большинство цветковых

растений опыляется с помощью **насекомых.** Для их привлечения они вырабатывают сладкий **нектар.** Собирая его, насекомые пачкаются в пыльце, а затем переносят ее на другие цветки. Выработка нектара — надежный, но дорогой способ привлечения насекомых. Некоторые северные орхидеи решили, что для них нектар — недоступная роскошь.

У орхидей яркие, заметные для насекомых цветки, а сильный запах помогает находить их даже ночью. Запах может быть любым: от божественного аромата до смрада гниющего мяса. В общем, аромат на любой вкус. К тому же их цветки имеют удобную посадочную площадку. Самый крупный из трех внутренних лепестков цветка, так называемая губа, служит для насекомых мини-аэродромом. Однако и цвет, и запах — сплошной обман. Исползав вдоль и поперек весь цветок, опылители могут там ничего съедобного не найти. И все же, попав на такой цветок, они не

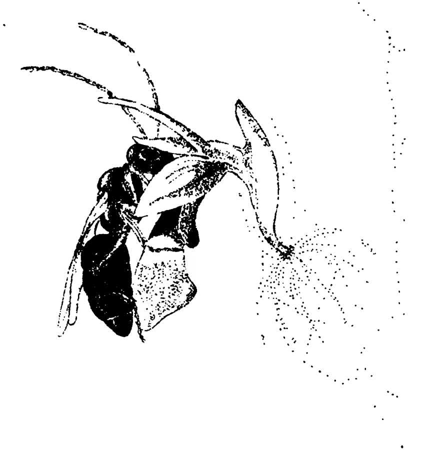


Пыльцеголовник длиннолистный (семейство орхидные)

спешат его покинуть и даже посетят потом второй, пятый, десятый...

Не удивляйтесь бескорыстию насекомых. Быть опылителями их заставляет ловкий обман орхидей. У этих насекомых весной первыми появляются самцы и сразу начинают разыскивать самок. Но их еще нет!

Орхидеи, которые расцветают как раз в это время, умело этим пользуются. Их цветки своей формой, цветом и рисунками на лепестках прекрасно имитируют отсутствующих самок мух, пчел, шмелей и других насекомых. Обманщицей становится губа. Она напоминает тело самки, боковые листочки околоцветника — ее усики, а ложные нектарники у основания губы — глаза. Кроме того, цветки источают слабый запах, свойственный самкам тех насекомых, на которых они стараются быть похожими, и самцы находят их даже в темноте и не могут поверить, что их надули. Так от цветка к цветку, оставляя на каждом порцию чужой пыльцы и набирая порцию свежей, мечутся весной обманутые самцы.



Самец осы принимает цветок орхидеи за самку

Ученые давно разгадали секреты орхидей и дали этим растениям соответствующие названия. У нас встречаются орхидеи **офрис пчелоносная, офрис шмеленосная, офрис мухоносная, офрис оводоносная** и даже **офрис насекомоносная.** В Западной Европе обитает **офрис зеркальная** — точная копия одиночных пчел, самцы которых весной занимаются ее опылением.

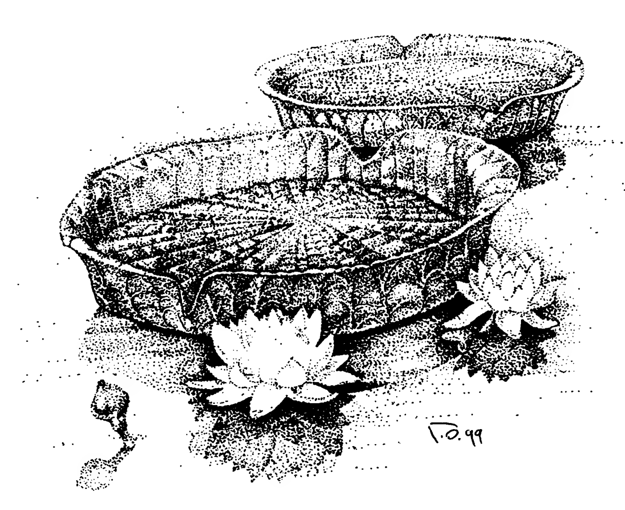
Не думайте, что орхидеи, обманывая насекомых, наносят им непоправимый вред. Орхидеи и сами «заинтересованы» в том, чтобы опылители успешно размножались — кто же иначе будет их опылять? Поэтому они взяли на себя роль свах. К тому времени, когда в природе начнут появляться самки, некоторые самцы, посетив множество орхидей, так пропитаются запахом, имитирующим запах самок, что остальные самцы бросят посещать орхидеи. Теперь их внимание сосредотачивается на ароматных призывах надушенных кавалеров. Они с громким жужжанием слетаются к ним со всех окрестностей и устраивают в воздухе бешеные танцы.

Шумная толпа женихов слышна издалека, а солнечным днем и хорошо видна даже не очень дальнозорким дамам, привлекая со всей округи самок и обеспечивая немедленное заключение браков без всяких проволочек и нудных поисков жениха.

Оказывается, орхидеи-обманщицы могут быть очень полезными!

ВИКТОРИЯ КОРОЛЕВСКАЯ

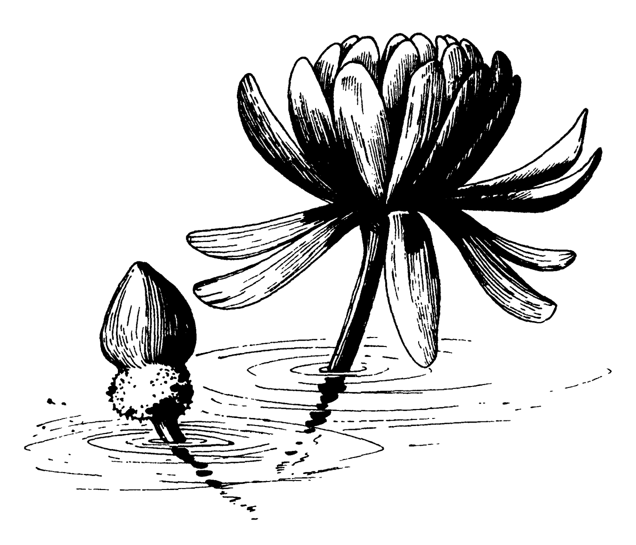
Виктория регия — чудо природы. Рассказывают, что испанский католический миссионер патер Ла Куэвой во время скитаний в амазонских джунглях, случайно наткнувшись на викторию, упал на колени при виде этого чуда и воздал хвалу могуществу и величию Творца. И действительно, восхищаться было чем. Недаром немецкий ботаник **Р.Г. Шомбургк**, сделавший научное описание растения, дал ему родовое название «виктория», в честь только что вступившей на английский престол юной восемнадцатилетней королевы Виктории, а другой ботаник, определивший систематическое положение ботанического уникума, присовокупил к нему видовое название цветка — регия (королевская).



Виктория королевская

У виктории регии огромные, круглые, плавающие на воде листья. Их поперечник имеет обычно более двух метров. Даже в оранжерее петербургского ботанического сада под хмурым северным небом их диаметр достигает 210 см. Края листьев загнуты вверх в виде бортика высотой до 14–18 см, что придает им вид огромных блюд или чудовищных сковородок. Жилки листа в соответствии с его общими размерами превратились в толстые балки 3×6 см в поперечнике. Они образуют мощную решетку, на которую натянута сравнительно тонкая листовая пластинка.

Крупный лист тяжел. Вытянуть его из воды сможет только очень сильный человек, но благодаря высоким бортикам, он обладает значительной подъемной силой. На лист спо-



Цветок и бутон виктории королевской

койно садятся крупные птицы, выбираются грузные рептилии. Грузоподъемность большого листа значительно превышает 75 кг. В 1926 году журналы мира обошел снимок, сделанный в водной оранжерее Ленинградского ботанического сада. На одном из крупных листьев виктории, лежащем на поверхности воды круглого бассейна, в непринужденной позе стояла молодая женщина. Даже босыми ногами встать на лист нельзя, тонкая ткань листовой пластинки не выдержит. Поэтому на лист положили круг, вырезанный из толстой фанеры. Женщина весила 63 кг, а фанерный круг — 9 кг. Лист без труда выдержал нагрузку в 72 кг.

У виктории удивительно всё, в том числе и цветки. Они достигают 40 см в диаметре и источают сильный и приятный аромат. Цветут они в два приема. Большие бутоны формируются под водой, каждый на отдельной покрытой шипами цветоножке. Однажды ближе к вечеру бутоны выныривают на поверхность и с наступлением темноты, немного обсохнув, начинают распускаться. По меркам растений, этот процесс идет с космической скоростью.

Всего за 20 минут раскрываются все 60–70 снежно-белых лепестков. Внутрь цветка к тычинкам и пестику ведет узкий проход. По нему туда забираются за ночь до 20 жуков-опылителей. Там их ждет щедрое угощение — сладкая мякоть придатков пестика.

Чтобы обеспечить быстрое раскрытие лепестков гигантского цветка, энергетические процессы разворачиваются в нем достаточно бурно. В результате в его глубине температура по сравнению с окружающей средой поднимается на 10–12 °С. Это значит, что жаркой ночью, когда температура воздуха держится на уровне 27–29 °С, внутри цветка она может стать выше 40 °С. Под утро цветок закрывается и до следующей ночи исчезает под водой.

На следующий вечер начинается второй этап. Цветок раскрывается вновь, но теперь он имеет карминовый цвет. Жуки поспешно его покидают, так как там не осталось ничего съедобного, и по дороге измазываются в пыльце, которая, в отличие от пестика, созревает только ко второму дню цветения. Если теперь они снова переберутся в белоснежный цветок первого дня цветения, он будет опылен пыльцой из другого цветка. Таким хитрым способом виктория регия обеспечивает себе перекрестное опыление.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВУЛКАН

Некоторые растения и животные вынуждены производить на свет множество потомков, иначе им просто не выжить. Если такие существа по человеческому недомыслию попадают в новую обстановку, где у них не оказывается ни врагов, ни конкурентов, возникает

взрыв рождаемости. Это вызывает бедствие, сравнимое по последствиям с извержением вулкана. Биологический вулкан извергается в течение многих лет подряд, и непрошенные пришельцы, как вулканическая лава,



Водяной гиацинт

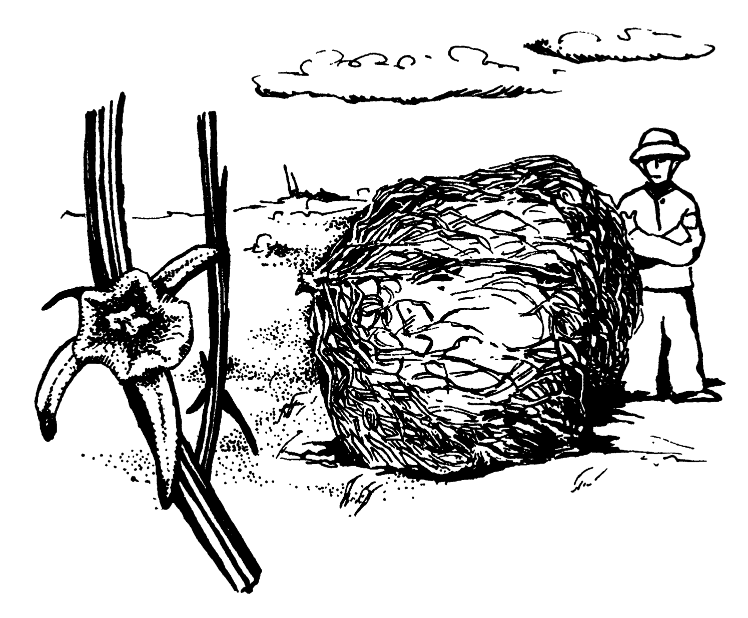
заливают новые земли, иногда даже целые континенты. Так было с **кроликами** в Австралии, с **водяными гиацинтами** в Северной Америке и в Африке, с **канадской элодеей** в Европе. Здесь я расскажу о «русских ведьмах», история которых менее известна, чем перечисленные выше.

Бедствие, о котором пойдет речь, приключилось в конце позапрошлого века в США, хотя его последствия ощутимы еще и сегодня. Его виновником стало, казалось бы, безобидное растение — **русская солянка**, образующая жизненную форму **«перекати-поле»**, хорошо известное жителям южных районов нашей страны.

Русская солянка — однолетнее травянистое засухолюбивое растение. Ее кусты могут достигать в диаметре двух метров; небольшие кустики имеют форму шара, а крупные обычно приплюснуты. Их веточки густо покрыты маленькими листочками. Пока растение молодо, листочки бывают мягкими, но уже начи-

нают колоться. Специальных колючек на них нет: просто кончик каждого листочка заканчивается заострением, шипом. В пазухах листьев солянки находят приют крохотные цветочки. Стебли так сильно ветвятся и так густо покрыты листочками, что не дают возможности заглянуть внутрь зеленого шара. Пока кусты зелены, они сильно оживляют пейзаж степей, а осенью, иссушенные солнцем, они приобретают серовато-коричневый цвет.

Куст растет от одного корня, от короткого, но густо ветвящегося стебля. Он соединен с корнем специальным слоем клеток, которые помогают кусту отломиться при малейшем порыве ветра, а шарообразная форма дает воз-



Солянка русская, или калийная

можность катиться по поверхности земли, превратившись в «перекати-поле».

Впервые в США русская солянка была замечена в 1870 году в штате Дакота. Видимо, ее семена были случайно завезены из России с фуражным зерном. Оказывается, в те годы Россия кормила не только Европу, но еще и Америку.

Переселенцу Америка понравилась, и он стал быстро завоевывать новые земли. Вот тогда-то по Соединенным Штатам впервые пронесся клич: «Русские идут!». «Перекати-поле» представляло реальную опасность.

Через 20 лет земли штата были захвачены сорняком, и урожаи пшеницы упали так низко, что фермеры стали разоряться. Скотоводам тоже приходилось туго. Колючки растений ранили животных, неподготовленных к такому бедствию. Они впивались в губы, язык, застревали в пищеводе и кишечнике, животные худели и гибли. Страдали и люди. Молотильщики отказывались работать даже в кожаных перчатках, урожай погибал.

Особенно опасным сорняк становился в засуху. Если возникал пожар, сухие кусты солянки вспыхивали, и огненные шары неслись, гонимые ветром, поджигая всё на своем пути. В считанные минуты огонь распространялся на огромные расстояния. В огне гибли посевы, скот, горели дома и целые поселки.

Что же позволило «перекати-полю» стать агрессором? Этому способствовал жаркий су-

хой климат американских прерий и огромное количество скота, съедавшего и вытаптывающего всю зелень. Именно в таких землях солянка прекрасно себя чувствует.

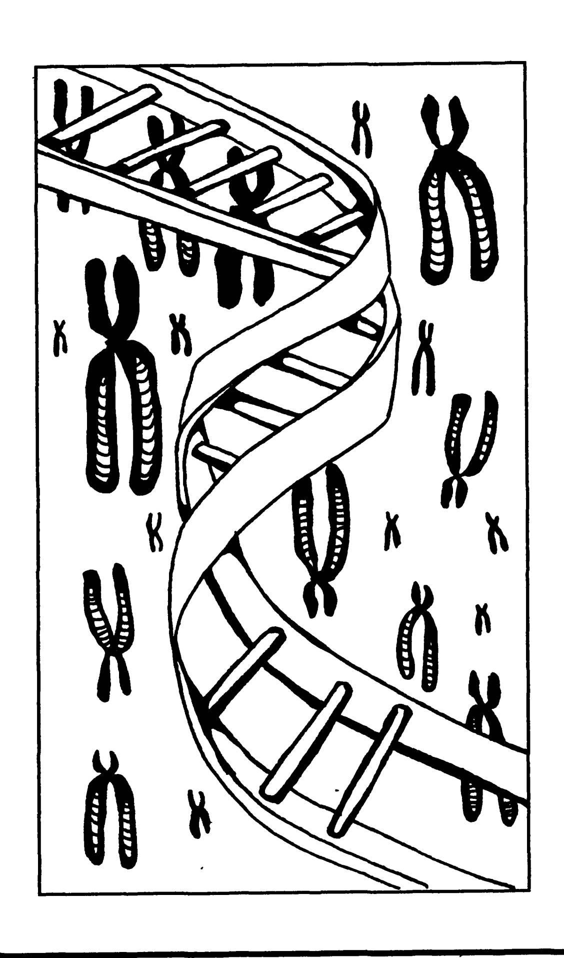
Важную роль сыграл уникальный способ рассеивания семян. Стебель «перекати-поля» может обломиться только после того, как созреют семена, а возможность высыпаться они приобретают еще позже. Поэтому куст никогда не оставляет семена там, где вырос.

Семена тоже приспособлены для того, чтобы стать агрессорами. Их очень много, до 260 тысяч на одном кусте. Они способны прорастать первыми, при первых признаках тепла, и, быстро набирая рост, заслоняют от солнца своих соседей.

Сегодня фермерам живется легче. Они уже не пользуются лошадьми и научились бороться с вирусом, которым сорняк заражает свеклу и шпинат. Однако и сегодня он наносит людям серьезный урон. На полях солянка больше не живет, но заселяет пустыри, бросовые земли, а осенью шары «перекати-поля» засоряют оросительные каналы и создают опасные ситуации на скоростных автомагистралях. Вихрь, поднятый мчащимися по шоссе машинами, несет по воздуху поток сухих шаров, а их бывает так много, что они лишают водителей видимости и становятся причиной автокатастроф.

Вот сколько бед вызвал, казалось бы, безобидный переселенец...

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И НАСЛЕДНИКИ

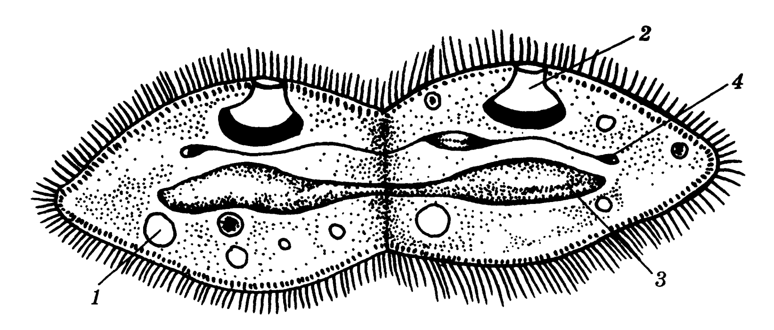


ОТКУДА БЕРУТСЯ КЛЕТКИ

Один из первых рассказов этой книги познакомил вас с одной из главных особенностей живых организмов, состоящей в том, что тела всех живых существ без исключения — лягушки и жирафа, червяка и кита, одуванчика и гигантского дерева — секвойи, крохотной амебы и гигантского кальмара состоят из **клеток.** Количество клеток в теле крупного организма исчисляются миллиардами, но совершенно очевидно, что тело слоненка состоит из гораздо меньшего числа клеток, чем тело взрослого слона. Откуда же берутся эти дополнительные клетки, которые появляются в теле растущего организма? В природе существует только один способ образования клеток: любая клетка растительного или животного организма может произойти только от другой клетки. Это, естественно, относится и к человеку. Как и все другие организмы, человек развивается из одной клетки — зиготы, или оплодотворенной яйцеклетки.

Процесс образования клеток кажется простым: когда клетка вырастет до стандартной величины, так сказать, полностью закончит свое развитие, она делится на две половинки, из которых образуются две самостоятельные клетки.

У одноклеточных организмов вроде **амёбы, инфузории-туфельки, бактерий** при наличии микроскопа убедиться в этом нетрудно. Можно увидеть, как в клетке возникает перехват. Он растет, углубляется и, наконец,



Деление инфузории: 1 — сократительная вакуоль; 2 — рот; 3 — делящееся большое ядро; 4 — делящееся маленькое ядро (у многих инфузорий в клетках по два ядра)

приводит к разделу клетки на две половинки. Обычно эти половинки бывают меньше давшей им жизнь материнской клетки. Но «двойняшки» растут и обычно скоро достигают нормальной величины. При этом новообразованные клетки амеб, инфузорий, бактерий и других одноклеточных организмов расходятся по своим делам, а клетки многоклеточных животных остаются жить вместе.

Благодаря делению, в многоклеточном организме увеличивается число клеток, а сам организм растет.

ВЕСЕЛО БЫЛО НАМ, ВСЕ ДЕЛИЛИ ПОПОЛАМ

На первый взгляд образование новых клеток путем **деления** кажется достаточно простым процессом — перетянул клетку попо-

лам, и вот их уже две. Но на самом деле этот процесс чрезвычайно сложен. Возьмем хотя бы для примера необходимость разделить между вновь образующимися клетками органеллы, то есть органы исходной клетки. С некоторыми из них, если их в клетке много, никаких проблем не возникает. **Митохондрий** в клетке много, и они сами способны размножаться, поскольку, как вы уже прочитали (см. с. 71), по происхождению митохондрии и хлоропласты являются симбиотическими бактериями. Так что эти органеллы можно делить и не строго поровну: если их окажется мало, они быстро размножатся до необходимого числа.

Другое дело — **клеточное ядро**. Оно (за редкими исключениями) одно и при этом содержит важную наследственную информацию, которую просто так, кому что достанется, делить нельзя. Это все равно, что поделить между двумя путешественниками карту, просто разорвав ее пополам — в результате каждый путешественник получит не свой экземпляр карты, а никому не нужные обрывки бумаги.

Чтобы информация, содержащаяся на карте, не пропала, карту, если она необходима нескольким путешественникам, надо не порвать, а скопировать — напечатать или перерисовать копии этой карты, причем желательно как можно более точные. Так и с генетической информацией, содержащейся в

ядре, — ее надо не просто поделить поровну между образующимися дочерними клетками, а сначала изготовить два экземпляра копий и затем «раздать» их потомкам. Иначе через несколько делений от генов останутся одни обрывки и клетки просто погибнут.

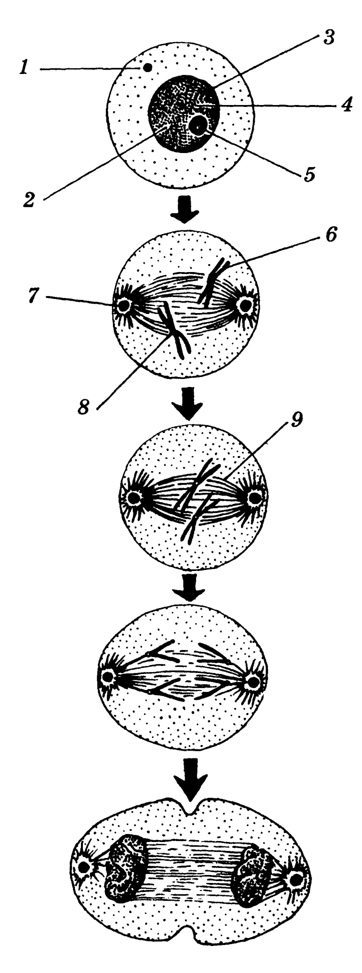


Схема деления клетки (митоза): 1 — центриоль; 2 — ядро; 3 — ядерная оболочка; 4 — ДНК; 5 — ядрышко; 6 — хромосомы; 7 — центриоль со звездой микротрубочек; 8 — центромера; 9 — веретено деления

Носителями генетической информации, как мы уже говорили в разделе, посвященном строению клетки, в клеточном ядре являются **хромосомы.**

Обычно их в ядре много, и при этом у каждого организма их строго определенное число: у комнатной мухи — 12, у щуки — 18, у дождевого червя — 32, у гадюки — 36, у человека — 46, у шимпанзе — 48, у воро-

бья — 76, у карпов — 104. В обычном состоянии клетки они в ядре не видны. Только когда клетка собирается делиться, их можно увидеть и подсчитать.

Чтобы понять, каким образом клеткам удается «снимать копии» со своих хромосом, нам нужно разобраться, что они представляют собой с химической точки зрения, то есть как они устроены.

Хромосомы — это гигантские молекулы вещества, которое называется **дезоксирибонуклеиновой кислотой.** Чтобы не ломать каждый раз язык, ученые придумали сокращенное название — **ДНК.** Во время деления молекулы ДНК вместе с поддерживающими их вспомогательными белками закручены в тугой жгут — вот тогда их и можно увидеть в обычный микроскоп. Во время нормальной работы клетки молекулы ДНК разворачиваются, перестают быть видимыми, но зато с них может считываться и использоваться генетическая информация.

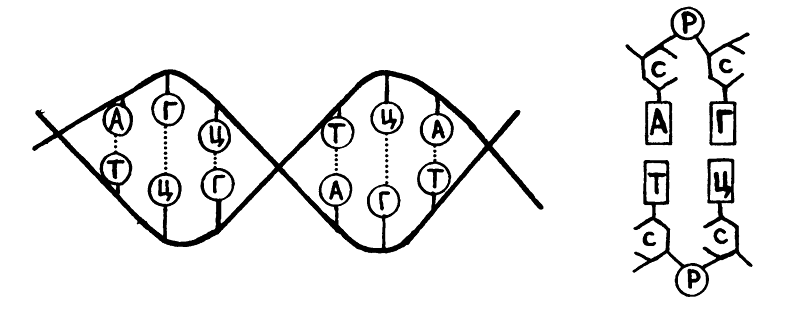
Развернутая молекула ДНК похожа на длиннющую веревочную лестницу с частыми перетяжками — «ступенями». Каждая половинка этой «лестницы» или, как чаще говорят, двойной спирали представляет собой длинную цепочку сложных молекул, называемых **нуклеотидами.** (Слова «нуклеотиды» и «нуклеиновая» кислота происходят от латинского слова nucleus — ядро.) Всего в ДНК встречается 4 типа нуклеотидов: аденин, гуа-

нин, цитозин и тимин, которые принято обозначать буквами А, Г, Ц и Т. В последовательности нуклеотидов цепочки ДНК зашифрована вся наследственная информация; это как бы «буквы» генетического алфавита.

Нуклеотиды одной половинки ДНК соединяются с нуклеотидами другой половинки, и самое главное, соединяются не как попало, а по строгим правилам. Аденин (А) всегда соединяется с тимином (Т), и никогда не соединится с нуклеотидами Ц или Г, а цитозин (Ц), как вы уже догадались, соединяется только с гуанином (Г). Соответственно, Т устанавливает пару с А, а Г — с Ц.

Способность нуклеотидов соединяться только со своим «напарником» и позволяет копировать ДНК без потери информации. Вот как это происходит: молекула ДНК раскручивается и расщепляется продольно на две половинки. Каждая половинка этой удивительной молекулы достраивает потерянную часть (при этом каждый нуклеотид подбирает себе пару строго по правилам, описанным выше) и вновь становится двойной спиралью.

Расщепление начинается с одного конца, и по мере того, как молекула распадается на две половинки, каждая энергично достраивается, присоединяя к себе недостающие фрагменты. Таким образом, обе половинки становятся двумя молекулами ДНК. При этом обе молекулы, образовавшиеся из половинок исходной, будут полностью идентичны. Теперь надо только



Соединение нуклеотидов в ДНК

каждую из них распределить между образующимися дочерними клетками и можно не беспокоиться: каждая из них получит полноценный набор генетической информации.

МАЛЬЧИК ИЛИ ДЕВОЧКА?

Итак, **хромосомы** — важнейшие молекулы организма. Они несут всю генетическую информацию и ответственны за все наследственные свойства и особенности организма. Более того, у большинства животных (о забавных исключениях из этого правила мы поговорим чуть позже) именно хромосомы определяют **пол** особи.

Встретив примеры различного числа хромосом (см. с. 55), вы, возможно, заметили определенную закономерность: число хромосом во всех приведенных случаях было чётным. Случайность? Нет, если посчитать число хромосом у любого вида животных или растений,

оно всегда (за редкими исключениями, куда уж без них) будет кратно двум. Дело в том, что у многоклеточных организмов (кроме грибов) **набор хромосом** в каждой клетке **двойной** — по два экземпляра каждой хромосомы. А вот в половых клетках **набор хромосом одинарный** и, соответственно, их число может быть и нечётным. При образовании **половых клеток** каждой из них достается только один набор хромосом, а при их слиянии — **оплодотворении** — одинарные наборы складываются и новый организм опять получает положенный ему двойной набор хромосом. И так из поколения в поколение. Если бы перед образованием половых клеток число хромосом в них не уменьшалось, то в каждом поколении их становилось бы в 2 раза больше, и очень скоро они бы просто не помещались в ядре и вообще в клетке.

Каждая пара хромосом любого организма по своей величине и форме чем-то отличается от других пар хромосом того же организма.



Набор хромосом дрозофилы:
А — самки; Б — самца

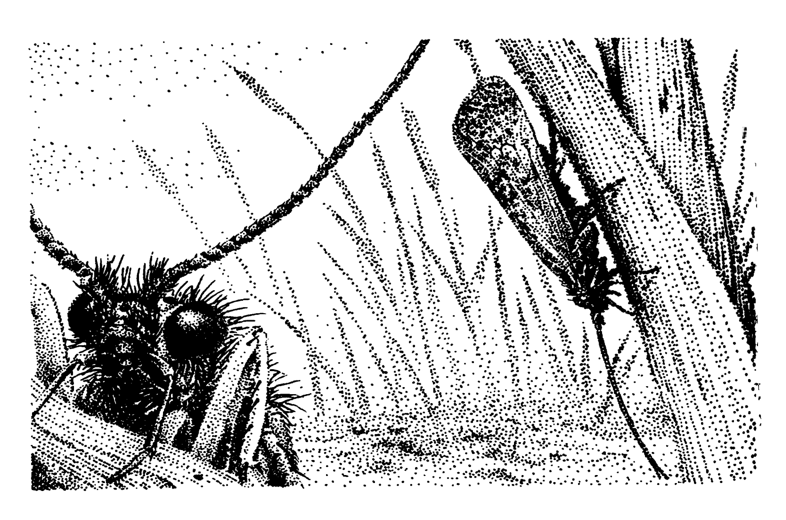
Дрозофила

Но в каждой паре обе хромосомы совершенно одинаковы и только в одной паре (в одной из 87 пар хромосом **балтийской миноги**, или в одной из 4 пар **дрозофилы**, или в одной из 23 пар хромосом **человека**) могут быть соединены разные хромосомы. Ученые называют их **половыми хромосомами**, так как именно они определяют пол их владельца.

В клетках женского организма хромосомы каждой пары, в том числе половые, идентичны. Они содержат две так называемые «X» (икс) хромосомы. У самцов пара половых хромосом содержит одну «X» и одну «Y» (игрек) хромосомы.



У некоторых животных ситуация обратная: у **бабочек**,



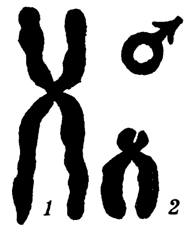
Ручейник

ручейников и **птиц** половые хромосомы одинаковы не у самок, а у самцов. Например, у петуха все клетки тела содержат две мужские половые хромосомы — у птиц их обозначают буквой «Z», а у курицы клетки тела содержат хромосомы: «Z» и «W» (так обозначают женскую половую хромосому у птиц).

Y-хромосома у млекопитающих обычно гораздо мельче женской и несет совсем мало генетической информации. А у некоторых животных, например у **кузнечиков**, мужской хромосомы может и вовсе не быть. В таком случае у самок набор хромосом — XX, а у самцов — не XY, а X0, и этот «ноль», т. е. отсутствие второй половой хромосомы и заставляет молодой организм становиться самцом.

При образовании половых клеток каждой клетке, как мы уже говорили, достается оди-

нарный набор хромосом. При этом все хромосомы делятся «честно», но половые, если они у этой особи разные (скажем, это мужчина), в принципе невозможно разделить поровну — половине сперматозоидов достанется X-хромосома, а половине — Y.

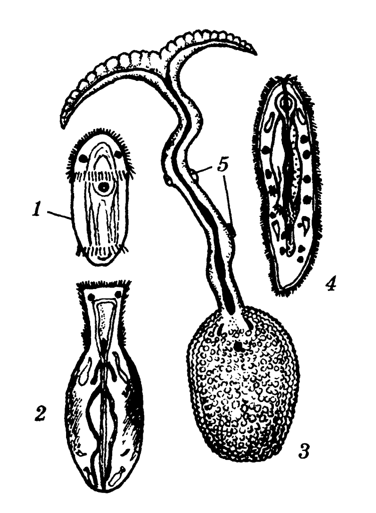


Половые хромосомы человека: 1 — X; 2 — Y

Теперь нетрудно догадаться, как решается вопрос о том, какой организм разовьется из оплодотворенной яйцеклетки — мужской или женский. Пол зародыша определяется в момент оплодотворения. Если яйцеклетку оплодотворит сперматозоид, несущий X-хромосому, то в каждой клетке тела зародыша будет две женские X-хромосомы и разовьется девочка. Другое дело, если яйцеклетку оплодотворит сперматозоид, несущий мужскую Y-хромосому. Тогда в каждой клетке развивающегося зародыша будут разные половые хромосомы — «X» и «Y» и зародыш будет мужского пола.

ЖЕНЩИНА ПО ОБЯЗАННОСТИ

У человека и других млекопитающих пол определяется набором хромосом, то есть фактически в момент оплодотворения. Но можно привести немало примеров, когда пол животных определяется не генетически, а в результате воздействия внешних условий, при кото-



Бонеллия: 1 — плавающая личинка; 2 — женская личинка; 3 — взрослая самка; 4 — самец из половых органов самки; 5 — личинки на хоботе самки

рых происходит развитие. У кольчатого червя бонеллии появившиеся на свет личинки еще не имеют пола. У них есть право выбрать, кем быть, и всем хочется получить мужской пол, правда, далеко не всем это удается. Почему мужской? Сейчас разберемся, но сначала нужно рассказать, кто такая бонеллия и какие у этих червей взаимоотношения между полами.

Живет бонеллия в Средиземном море. Этот удивительный червь не похож на «обычного» в нашем представлении червя. Больше всего бонеллия похожа на лимон, подвешенный на длинной веревке. «Лимон» — это мешковидное тело бонеллии, а «веревка» — ее хоботок длиной более метра. Хоботок наверху разделен на две лопасти. Вместе с хоботком бонеллия может иметь в длину 115 сантиметров.

Тело бонеллии обычно спрятано в грунте и практически всю жизнь сохраняет неподвижность, лишь хоботок торчит наружу. В теле червя есть обширная полость, а в хоботке два

внутренних канала и одна внешняя бороздка, играющая роль незамкнутого канала. Когда вода из полости тела нагнетается во внутренние каналы, они превращаются в гидравлический скелет и хоботок распрямляется. Питается бонеллия илом.

Так выглядит взрослая самка бонеллии. Самцы всю жизнь остаются маленькими и на самку совсем не похожи.

Чтобы стать «мужчиной», личинка должна оказаться на хоботке бонеллии. Если ей это удастся, то уже через три дня она превратится в маленького, почти микроскопического самца.

Тело самцов покрыто многочисленными ресничками, с помощью которых они могут плавать и ползать по твердому субстрату. Теперь новоявленным самцам необходимо отцепиться от хоботка и по его бороздке спуститься вниз к половому отверстию самки. Пробравшись через него в полость тела, самцы забираются в орган, где хранятся зрелые яйца самки. Тем, кому удастся пробраться внутрь, обеспечена спокойная жизнь. Здесь самцы живут на полном иждивении у супруги. У них даже отсутствует кишечник и некоторые другие органы. Всё, что необходимо для жизни, они получают от самки. От них требуется только оплодотворять ее яйца. Неудивительно, что все личинки «мечтают» стать самцами. (Что-то подобное мы уже наблюдали у удильщиков, с той лишь разни-

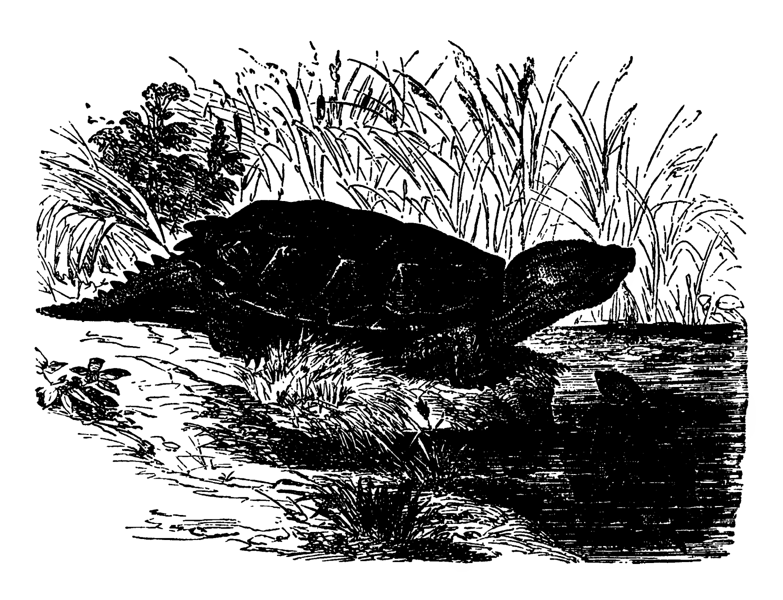
цей, что у них пол личинки все-таки жестко определялся генами.)

В одиночку малышу трудно справиться со своими «мужскими» обязанностями, но самка предоставляет и стол, и дом многим самцам. Находили бонеллий, в теле которых обитало до 85 самцов. Вероятно, это рекорд многомужества. Тем же личинкам, которым не повезло столкнуться со взрослой самкой, уготована другая судьба. Они обязаны сами превратиться в самок, добывать свой хлеб, обороняться от врагов и думать о детях и многочисленных нахлебниках-мужьях.

ОТ ЧЕГО ВЫМЕРЛИ ДИНОЗАВРЫ?

Пол большинства **ящериц** и **змей**, как и **млекопитающих**, зависит от половых хромосом. Однако в некоторых группах рептилий, в частности у большинства **черепах** и всех **крокодилов**, пол определяется температурой, при которой развиваются яйца. Если кладка черепахи развивалась при температуре не выше +28 °С, то все вылупившиеся из яиц этой кладки черепашки окажутся самцами.

Для развития самок нужна более высокая температура: +32 °С и выше. Только в интервале температур от 28 °С до 32 °С появляются и те, и другие. Правда, изредка из этого правила бывают исключения. В яйцах **каймановых черепах** самки появляются, если яйца



Каймановая черепаха

развиваются при температуре ниже +20 °С или выше +30 °С.

У крокодилов «неженками» бывают самцы. Они появляются на свет из яиц, которые развивались при температуре 34 °С и выше, а самки — при температуре 30 °С и ниже. Эксперименты показали, что для определения пола зародышам необязательно весь период развития находиться при ключевой температуре. Достаточно, чтобы такая температура держалась в течение не очень продолжительного чувствительного периода. Его длительность колеблется от двух недель до одной трети периода развития яиц.

Ученые пока не знают, какую выгоду получают животные от температурного регули-

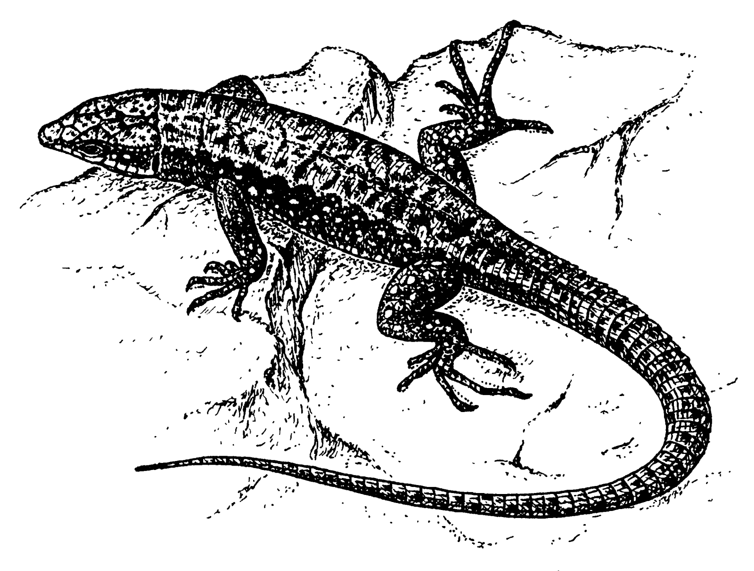
рования пола. Скорее всего, это должно приносить им одни неудобства. Представьте себе, что там, где обитает какой-нибудь вид черепах, много лет подряд летом стоит жара с очень высокой температурой, и из яиц вылупляются только самки. Это определенно грозило бы черепахам вымиранием. В связи с этим родилась даже гипотеза: а не вымерли ли **динозавры** из-за того, что на Земле изменился климат, произошло временное потепление или похолодание, и у динозавров в потомстве стали появляться только самцы или только самки, которые из-за отсутствия особей противоположного пола не смогли оставить потомства? Правда, никто не знает, как определялся пол у динозавров (хотя они родственны крокодилам, так что вполне возможно, что у них были сходные механизмы определения пола), а кроме того, эта гипотеза не объясняет, почему же вместе с динозаврами не вымерли черепахи и крокодилы, у которых пол точно определяется температурой.

ЗАЧЕМ ТАК СЛОЖНО?

Не только примитивные **амёбы**, но и высокоразвитые **позвоночные** животные иногда размножаются бесполым путем. На Кавказе, например, обитает примерно 15 видов **скальных ящериц**, у которых нет самцов. То есть вообще нет, никогда и нигде! Эти скальные

ящерицы все до единой являются самками. И ничего: каждый год весной самостоятельно производят на свет множество вполне здоровых детей.

Мы уже говорили о черве бонеллии и глубоководных рыбах удильщиках, у которых самцы в целях экономии драгоценной пищи стали карликовыми придатками своих жен. Так ведь скальные ящерицы, казалось бы, придумали еще лучше — вообще обходиться без «дармоедов»-самцов. Почему же таким образом не размножаются все другие животные? Почему большинство видов «согласно» тратить дефицитные ресурсы на самцов, от которых всего-то и требуется, чтобы они доставили сперматозоиды к яйцеклеткам? Еще



Скальная ящерица

понятна роль самцов у общественных животных. У **волков**, например, самец охотится и кормит самку и детенышей, пока те еще беспомощные и их нельзя оставить в логове одних. Кормление и воспитание потомства входит в число «мужских» обязанностей и у многих других видов **зверей** и **птиц**. Но у большинства-то животных самцы не принимают никакого участия в заботе о детях, более того — при встрече могут и закусить сыном или дочерью, не успевшими вовремя убраться с дороги отца.

Чтобы ответить на вопрос, зачем нужны самцы, нужно поставить вопрос шире: зачем вообще нужен половой процесс, почему большинство существ не могут обойтись только **бесполым размножением**?

А дело тут вот в чем: бесполые существа менее приспособлены к жизни в переменчивом мире. Дети скальных ящериц, как и других животных, среди которых отсутствуют самцы, удивительно похожи друг на друга, а также на свою маму, бабушку, прабабушку и так далее. Почему так происходит известно давно. Каким будет зарождающийся организм, зависит от того, какие **гены** он получил от родителей. От них зависит внешний вид и размер организма, цвет его волос и глаз, группа крови, возбудимость нервной системы, в общем — все особенности. Эти гены новый организм получает от родителей, причем половину от отца, половину от матери, поскольку,

как вы помните, половые клетки содержит одинарные **наборы хромосом**, а у образующейся при их слиянии зиготы восстанавливается нормальный двойной набор.

Дети двуполых организмов получаются немного (а иногда и не немного) разными, ведь часть генов они получили от мамы, а часть от папы. Например, один ребенок может получить гены цвета волос и формы носа от мамы, а гены формы зубов и интенсивности обмена веществ — от папы, а его брат — наоборот или вообще другую комбинацию. Не существует никаких правил или законов, которые определяли бы, какие гены ребенку следует получать от отца, а какие от матери. Здесь действует слепой случай. Благодаря этому дети двуполых организмов бывают немножко похожи на папу и немножко на маму и при этом хоть в чем-то, да отличаются друг от друга. (Исключение, конечно, составляют однояйцевые близнецы, о которых мы уже говорили (см. с. 182).)

Другое дело — скальные ящерицы. У них у всех совершенно одинаковые гены, ведь без второго пола и полового размножения они никак не могут их «перетасовать». Все ящерицы когда-то давным-давно получили этот набор генов от своей далекой прародительницы, так сказать, от Евы скальных ящериц, и с тех пор без изменений (за исключением редких и, как правило, вредных **мутаций**) передают их своим дочкам, внучкам и правнучкам.

Что лучше, когда у всех животных данного вида совершенно одинаковые гены или когда каждый организм имеет собственный неповторимый набор? Совершенно очевидно, что второй вариант предпочтительнее. Случись, например, на Кавказе резкое изменение климата в сторону похолодания, и все скальные ящерицы вымрут, так ни у одной из них не найдется генов, обеспечивающих возможность приспособиться к более суровому климату. Двуполые ящерицы, например агамы, живущие на том же Кавказе, могут выжить, так как среди них обязательно найдутся те, у кого имеются такие гены. Носители и носительницы этих генов не погибнут и постепенно расплодятся, снабдив большинство своих детей нужным геном. Вот почему приспосабливаться к резким изменениям жизни способны лишь двуполые животные, каждый представитель которых обладает собственным уникальным набором генов. Оказывается, самцы предназначены для того, чтобы обеспечить данному виду организмов высокую устойчивость к изменениям окружающей среды, обезопасить его от всяких случайностей.

Кроме того, обмен, «перетасовка» генов в процессе полового размножения позволяет не только приспосабливаться к меняющимся условиям, но и эволюционировать, даже если условия остаются неизменными: ведь при перекомбинации генов могут возникнуть их новые сочетания, повышающие приспособленность.

ХОРОШО ЛИ КОГДА МНОГО?

Ответ на этот вопрос, как кажется, очевиден. Если неприятностей, то лучше, чтобы их было поменьше. Ну а если чего-то хорошего, то можно и побольше!

Для **зиготы**, в ядре которой оказалось хромосом больше нормы, это обстоятельство чревато большими неприятностями. А такое иногда случается. Появление лишних хромосом в зиготе может произойти даже при оплодотворении **яйцеклетки** одним **сперматозоидом**, но только чуть позже, когда клетка начинает делиться. Случается так, что во время деления яйцеклетки хромосомы ее ядра не разделятся и попадут в одну из двух образовавшихся клеток. При этом бесхромосомная и безъядерная клетка погибнет, а вторая станет нести не двойной, а четверной **набор хромосом**. И у всех остальных клеток организма, если он разовьется из этой клетки, будет четыре набора хромосом.

Если такое несчастье происходит с яйцеклеткой какого-нибудь животного, она, как правило, гибнет, в крайнем случае, успеет сделать несколько делений. Может быть, это объясняется путаницей при определении пола. (Помните о половых хромосомах X и Y?) Нормального расхождения хромосом при этом не происходит, деление яйцеклетки нарушается, и она гибнет. А вот яйцеклетки однополых животных и растений, если в них окажется больше хромосом, чем нужно, раз-

виваются нормально, как будто с ними ничего необычного не произошло.

Растения и животные, развившиеся из яйцеклеток с четверным набором хромосом, называются **полиплоидными**. Соответственно, организмы с двойным набором — ***диплоидными***, а с одинарным — ***гаплоидными***. Особенно широко полиплоидия развита у растений. Для них увеличение числа хромосом обычно оказывается очень полезным. Клетки полиплоидных растений крупнее, чем у обычных. Это приводит к тому, что размер растений, в том числе его семян и плодов, тоже сильно увеличивается. Полиплоидные растения особенно широко распространены в горах и других экстремальных районах. Видимо, большое число хромосом способствует более интенсивному протеканию всех процессов обмена веществ.

Полиплоидами является и большинство культурных растений (а вот их дикие и малоурожайные предки — чаще диплоидные), причем у них может быть не только 4, но и 6, и 8, и 100, и даже 1000 наборов хромосом!

КАК СДЕЛАТЬ «КРАСНУЮ КНИГУ» ЗЕЛЕНОЙ?

Не секрет, что люди практически повсеместно теснят всё живое. Причем **вымирание** животных чаще всего происходит не потому, что их кто-то специально уничтожает. Для

вымирания большинства видов живых существ достаточно нарушить их привычную среду обитания: построить на реке плотину, осушить болото, обводнить пустыню, распахать целинную степь, вырубить лес или построить город.

Многие люди полагают, что когда каких-то животных становится на Земле слишком мало, им нужно отвести кусок земли, на котором создать **заповедник**, — и они спасены. Оставшаяся в заповеднике часть некогда многочисленных животных сможет там жить, благоденствовать и размножаться. Увы, далеко не всегда создание заповедника способно спасти исчезающий вид животных.



Большая панда

К числу существ, которым особенно нужна наша помощь, относится **большая панда.** Живут эти звери в немногих сохранившихся бамбуковых лесах Китая. Считается, что там осталось около тысячи панд. Для их спасения в горах Китая создано с десяток резерватов. Сейчас уже ясно, что простое выделение заповедных территорий не спасет панду. Резерваты расположены так далеко друг от друга, что переходить из одного в другой панды не могут. А это бывает необходимо.

Панды питаются почти исключительно молодыми побегами **бамбука.** Казалось бы, у обитателей бамбуковых лесов не может возникнуть недостатка в этом деликатесе и голод животным не грозит. Действительно, бамбук непрерывно образует новые побеги, поднима-



Бамбук

ющиеся от находящегося в земле толстого корневища. На протяжении многих десятилетий бамбук обеспечивает пандам сытую жизнь. Но в бамбуковых рощах бывают и голодные годы. Они случаются редко, но неотвратимо.

Бамбук относится к цветковым растениям, но немногие люди могут похвастаться, что видели, как он цветет. В этом заключается одно из необычных свойств бамбука — он цветет очень редко. У каждого вида бамбука свой жизненный цикл. В среднем цветение бамбука происходит один раз в 50 лет.

Зато цветут растения чрезвычайно дружно. Уж если бамбук решил зацвести, то разом цветет вся роща, весь бамбуковый лес, каким бы большим он ни был. Это и понятно, ведь каждая роща — это по сути одно растение, **клон** (см. с. 156), имеющий (или имевший) общее гигантское разветвленное корневище. И когда это растение-роща отцветет, оно полностью отмирает. Для самого бамбука в этом нет ничего страшного, ведь перед смертью роща произвела множество семян, из которых вырастут новые растения. В конце концов лес восстановится на прежнем месте, но для этого требуется около 7 лет. Раньше панды в таких ситуациях просто переходили в соседние рощи, но теперь, когда между остатками бамбуковых лесов раскинулись рисовые поля, деревни и города, им просто некуда деваться.

В 1983 году в Китае зацвело и отмерло сразу два вида бамбука. Хорошо, что специально созданные спасательные отряды помогли перевезти животных на новые места.

Но и помощь людей не сможет спасти панду, а лишь замедлит темпы вымирания зверей. Даже там, где пищи достаточно и отмирания бамбука в ближайшие годы не предвидится, численность панд все равно не растет. Причину понять нетрудно. В маленьком лесу, где обитает в лучшем случае несколько десятков взрослых животных, широкое распространение получает **близкородственное скрещивание.**

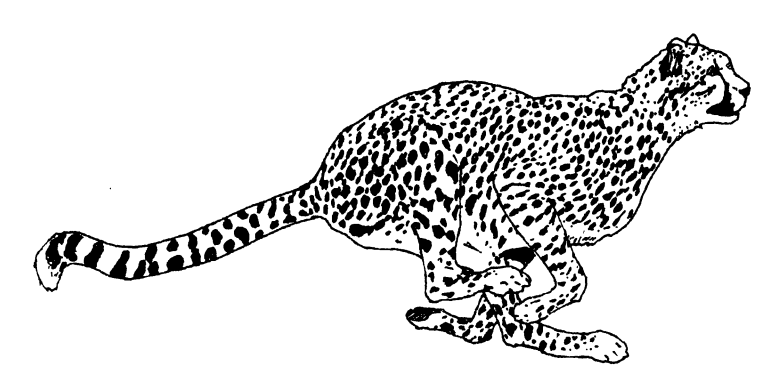
А это нежелательно, так как близкородственное скрещивание приводит к снижению разнообразия **генов** у потомства и накоплению генов с вредными **мутациями.** В результате у животных снижается устойчивость к болезням, плодовитость, потомство оказывается неполноценным. Уменьшение генетического разнообразия ослабляет способность животных приспосабливаться к изменениям условий жизни. А восстановление генетического разнообразия — дело не простое и самостоятельно произойти не может. Для этого необходимо вмешательство людей, но пока оно не всегда возможно с точки зрения современного уровня развития генной инженерии.

С генетической точки зрения панды пока не изучены. Если обитатели отдельных ре-

зерватов сохранили свою генетическую индивидуальность, то путем переселения части животных из одного леса в другой и создания смешанных групп из неродственных между собой панд можно усилить их генное разнообразие и спасти уникальных животных, но если генное разнообразие между животными из разных резерватов утрачено, панды обречены.

СУДЬБА ПЯТНИСТЫХ КРАСАВЦЕВ

Среди животных, находящихся под угрозой вымирания, в такой же ситуации, как панды, оказался **гепард.** Некогда в Восточном полушарии Земли эти кошки были широко распространены. Еще сравнительно недавно с ними можно было встретиться на Кавказе и в среднеазиатских пустынях. Звери не были



Гепард

редкими. В XVI веке при дворе Акбара, Великого могола Индостана, жило больше тысячи охотничьих гепардов. А сегодня эти звери сохранились лишь в некоторых пустынных и саванновых районах Африки.

Чтобы выяснить причину вымирания гепардов, были предприняты специальные исследования. Зоологи выяснили, что далеко не все взрослые самки приносят потомство, а у тех, что участвуют в размножении, 70% молодняка гибнет от болезней и от более сильных хищников.

Зоологи пытаются размножить животных, живущих в зоопарках, но обычно в неволе гепарды размножаются плохо. Еще Великий Акбар старался получить потомство от своих питомцев. Ради этого им дозволялось бегать по обширным дворцовым садам, но Акбару удалось получить только один помет. За последующие 400 лет вплоть до 1956 года не известно ни одного достоверного случая рождения гепардов в неволе. Даже сейчас лишь 10–15% самок, живущих в клетках, рожает детенышей, но треть этих малышей гибнет еще в младенческом возрасте.

Мало того, среди пятнистых красавцев нередко случаются эпидемии и они гибнут даже от таких болезней, которыми другие кошки, и львы, и изнеженные домашние мурки, заражаются редко. Это свидетельствует о том, что у современных гепардов резко ослаблен **иммунитет**.

В чем причина ослабления жизненных сил у королевских кошек? Ученые пришли к выводу, что из-за падения численности и распадения некогда единого ареала на отдельные участки у гепардов участились случаи **близкородственного скрещивания**, что, в свою очередь, привело к потере генетического разнообразия.

При близкородственном размножении у всех животных данного вида гены оказываются совершенно одинаковыми. Ученым давно известны пагубные последствия такого однообразия, но до сих пор не был изучен генетический фонд ни у кого из живущих на воле животных. Впервые такому изучению решено было подвергнуть гепардов.

Для проявления любого свойства организма, для производства каждого **белка** в любом организме существует два одноименных **гена**. Они могут быть абсолютно одинаковыми, а могут немножко отличаться друг от друга. Тогда соответствующий белок будет синтезироваться в двух вариантах. У всех обследованных живых существ от 10 до 60% белков представлены хотя бы в двух вариантах. Однако у всех обследованных гепардов белки крови были абсолютно одинаковыми. Это удивительный результат. Он говорит о поразительном генном однообразии.

Есть еще один надежный способ выявить наличие генетического однообразия. Если пересадить кусочек кожи, взятой у человека с

бедра, на плечо или на лицо, он прекрасно приживется, но кожа другого человека уже через несколько дней или недель будет отторгнута.

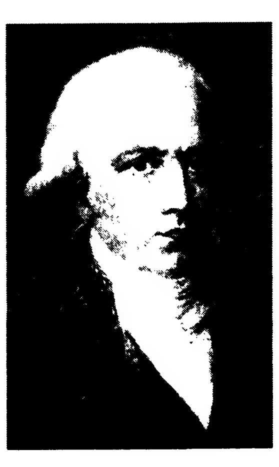
Этот тест применили и к гепардам. У шести зверей было взято по два кусочка кожи. Один из них подшивали обратно тому же зверю, а второй пересаживали другому гепарду. Ожидалось, что собственные кусочки кожи приживутся у всех животных, а чужие через 10–12 дней будут отвергнуты. Однако у всех шести гепардов и свои, и чужие кусочки кожи прижились одинаково хорошо. Эти результаты еще раз подтвердили удивительное генетическое однообразие гепардов.

Так что же, гепарды обречены? Увы, это весьма вероятно. Однако у зоологов еще остается надежда на то, что гепардов удастся спасти. Дело в том, что все описанные выше исследования были проделаны на животных, родившихся на просторах Южной Африки. Другой обширный регион, где еще обитают гепарды, — Восточная Африка. Если южные и восточные звери хоть немножко отличаются друг от друга (а, по крайней мере, окраской шкуры они отличаются), то шанс у них есть. Для этого потребуется перевезти часть животных из Южной Африки в Восточную и наоборот — тогда, будем надеяться, генетическое разнообразие гепардов сможет восстановиться.

НАСЛЕДСТВО

По законам большинства государств дети наследуют имущество своих родителей. Что можно получить в наследство? Дом, автомашину, дачу, яхту, мебель, собрание книг? А можно ли получить в наследство ум, знание иностранного языка, умение сочинять музыку или играть в шахматы?

Впервые о наследуемости растениями и животными присущих им признаков серьезно задумался французский ученый **Жан-Батист Ламарк.** Он изложил свои научные представления в книге **«Философия зоологии»**, опубликованной в 1809 году. В ней он подверг критике широко распространенное в те годы представление о том, что виды растений и животных неизменны, что они остаются такими же, как их создал когда-то Творец.



Ж.-Б. Ламарк

Ламарк проповедовал весьма плодотворную мысль, что живые организмы способны к прогрессу, к развитию от простого к сложному. В этом он не ошибся. Его эволюционные идеи имели огромное значение для развития биологии. Однако о причинах **эволюции** у него были лишь догадки, причем

неверные. Он полагал, что в живых организмах заложено «стремление» к прогрессу, заставляющее их изменяться к лучшему. Поэтому дети просто «обязаны» быть совершеннее родителей, а внуки — совершеннее своих родителей и дедов.

По представлениям Ламарка, если их изложить очень упрощенно, выходило, что если вы найдете в лесу дикую яблоню с мелкими и кислыми плодами и пересадите ее в хорошую землю, а затем вырастите из ее семян новую яблоню, у нее плоды будут крупнее и более сладкими. У следующего поколения яблоки будут еще чуть лучше, и если вы вырастите последовательно много поколений, то в конце концов у вас вырастет такая яблонька, плоды которой окажутся удивительно вкусными.

Ламарк предполагал, что изменения в организме, возникшие под влиянием внешних условий или в результате упражнений, наследуются. Он считал, что если человек будет систематически тренировать свои мышцы или мозг, приспосабливаться к жизни в условиях жаркого или холодного климата, к недостатку кислорода или особой пище, то его сын унаследует эту особенность отца. Мышцы его рук будут от рождения развиты лучше, жару он будет переносить легче, а в крови у него будет вдвое больше эритроцитов, и в высокогорье он будет чувствовать себя превосходно.

На самом деле подобные признаки организма, приобретенные в течение жизни, не передаются по наследству. Сын чемпиона мира по подъему тяжестей, если он не будет тренироваться, вырастет слабым. Отрубая собакам хвосты (например, доберманам и некоторым другим породам собак) из поколения в поколение, еще никому не удалось вывести таким способом бесхвостую породу собак. Дело в том, что наследоваться могут лишь те признаки, что зафиксированы в химической структуре молекул **ДНК** половых клеток. Сколько ни накачивай мышцы рук, сколько ни отрубай собачьих хвостов, на молекулах ДНК это никак не отразится.

Но как же тогда происходят изменения в наследственной информации? Ведь если бы она была абсолютно неизменной, эволюции бы не было, и Землю до сих пор населяли бы одни бактерии. Изменения структуры ДНК возникают под влиянием факторов внешней и внутренней среды и называются **мутациями**. Чаще всего мутации возникают при воздействии лучами Рентгена и других видов ионизирующей радиации, некоторыми химическими веществами.

Способность к изменению структуры ДНК, то есть мутациям, — одно из основных свойств генов. В обычной жизни организма мутации возникают нечасто. И слава Богу — большинство мутаций оказываются вредными для организма и его потомков. Однако для

эволюции живых организмов они имеют основополагающее значение. Если новый признак, возникший в результате мутации, оказался вредным — ну что ж, его носитель погибнет и унесет с собой в могилу этот вредный ген. Зато, если мутация вдруг окажется полезной, новый организм оставит больше потомков, они оставят еще больше потомков и в итоге новый ген распространится среди всех животных или растений этого вида.

Так что умение играть в шахматы или знание иностранных языков по наследству передать нельзя, и стремление к совершенствованию, свойственное, кстати, только людям, да и то не всем, эволюции помочь не может. Эволюция идет путем проб и ошибок: каждая мутация — это проба, а уж окажется она ошибкой или нет, решает естественный отбор.

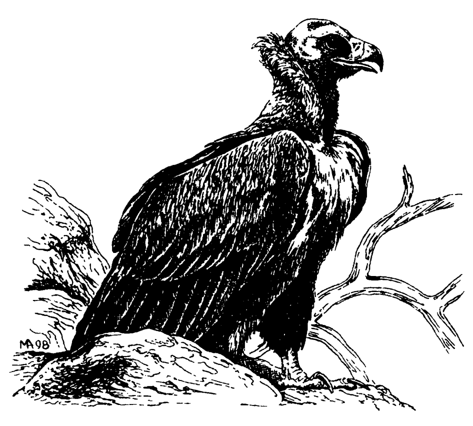
ВСЕ, ЧТО ТВОРИТСЯ В МИРЕ....



КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ

Все, что творится в мире,
Мы видеть и слышать должны.
Для этого нам добрым Богом
Глаза и уши даны.

Так в балладе о графине Эллен де Курси М. Горький определил предназначение наших **органов чувств**. Однако многое из происходящего вокруг нас недоступно нашему взору, слуху или обонянию. Человеческий глаз не видит рентгеновские лучи, а какая-то бесчувственная фотопластинка их «замечает». Мы не ощущаем радиоактивные излучения, не имеем рецепторов, позволяющих оценить величину атмосферного давления или поляризацию световых лучей. Давным-давно люди заметили, что **собаки** и слышат несравненно лучше человека, и ощущают запахи, нам совершенно недоступные, а острота зрения большинства **хищных птиц** намного превосходит человече-



Черный гриф способен увидеть падаль с высоты 3 км

скую. С обонянием дело обстоит еще хуже. **Кролик** способен ощущать 24 первичных запаха, собака, видимо, — 35, а **человек** — всего 7–14. Подумать только, человек, венец творения природы, весьма далек от совершенства! Во многих областях мы конкурировать с животными никак не можем.

Имея весьма чувствительные **рецепторы**, животные тем не менее не извлекают из окружающей среды всеобъемлющей информации. Они видят, слышат и обоняют лишь то, что им важно для выживания. Акустический рецептор в крыльях ночных **бабочек** воспринимает лишь ультразвуковые сигналы охотящихся за ними **летучих мышей**. Это позволяет им спасаться от прожорливых хищников, камнем падая в траву. Зато звуки более низких частот ночные бабочки не слышат, да они их и не интересуют. Рычание медведя или рев тигра для них пустой звук — эти звери опасности для них не представляют.

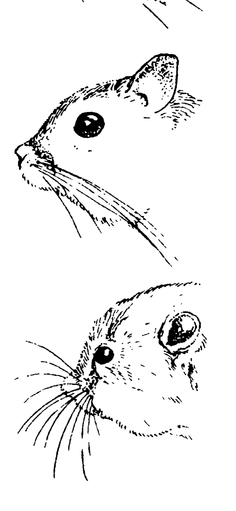
Изучение **анализаторных систем** животных — сложное и трудоемкое дело. Особенно если речь идет о таких явлениях, которые недоступны непосредственному восприятию наших органов чувств. Оказывается, нелегко разобраться даже в таком, казалось бы, простом вопросе, как **слух**. Почему, например, мелкие животные лучше воспринимают высокочастотные звуки, чем большинство крупных существ? Для чего им это? Для человека, не обладающего знаниями определенного набора

физических законов, это трудный вопрос. В этом разделе будет рассказано об анализаторных системах животных, работа которых была изучена недавно.

УСЫ — СОВСЕМ НЕ ДЛЯ КРАСЫ

Подавляющее большинство **млекопитающих**, и не только сильный пол, но и слабый, носят усы, или, правильнее, **вибриссы**. Это — длинные, жесткие волосы, выполняющие осязательную функцию. Растут они на голове, шее, а у **белок** и других древесных животных — на груди и брюхе.

У наших **домашних кошек** вибриссы сидят на верхней челюсти по обе стороны носа, в нижней части подбородка и над глазами, создавая вокруг мордочки своеобразный нимб. У небольшого **грызуна песчанки**, длина туловища которой около 10 см, нимб вокруг мордочки из вибрисс имеет в диаметре более 10 см. Волосы направлены слегка вперед, поэтому пес-



Вибриссы тушканчиков

чанка, странствуя в темноте, еще за 3 см от преграды почувствует, что уперлась в стенку.

Вибриссы, как и все прочие волосы, растут из волосяной сумки. В ее стенках находятся нервные клетки, воспринимающие малейшее движение волоса. Когда его кончик задевает за посторонние предметы, он действует подобно рычагу, надавливая на нервные окончания. Все вместе вибриссы образуют осязательный **рецептор** с большой воспринимающей поверхностью.

Роскошные кошачьи усы дают их обладателям возможность тонко анализировать окружающую среду. В том числе движения мышонка, если он коснется усов. Каждый волос посылает в мозг информацию только в том случае, если его будут сгибать в определенном



Песчанка

направлении. Вибриссы разных участков тела настроены на восприятие различно направленных движений. Анализируя полученную информацию, мозг учитывает характер и направление движения частей тела животного, снабженных вибриссами. Это позволяет животному получить исчерпывающую информацию о том, имеет ли дело хозяин усов с неподвижным предметом или с живым существом, каковы его размеры и вес.

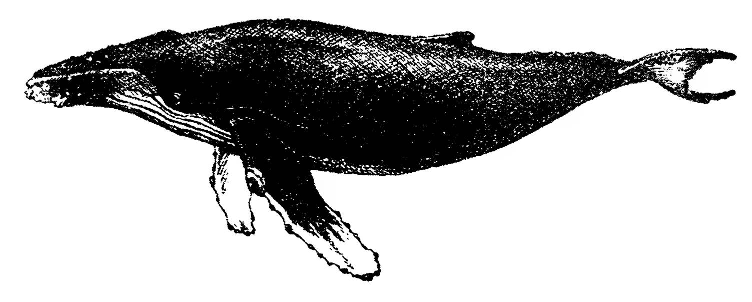
Кошки, преимущественно охотящиеся ночью, да к тому же в густых зарослях, имеют более развитые вибриссы, чем представители семейства **собачьих**, предпочитающих открытые пространства и не стесняющихся совершать свои охотничьи набеги засветло. Отличные вибриссы имеют норные животные. **Крот**, без большой нужды вообще не появляющийся на поверхности, наделен полным набором вибрисс. Во время прогулки по темным подземельям впереди него шествует боевое охранение — вибриссы, осуществляя разведку окружающего пространства.

Используют вибриссы и водные животные — **выдры, бобры, тюлени, морские котики, каланы.** Среди **китообразных** их сохранили самые крупные виды: **гладкие киты** и **полосатики.** Вибриссы растут у них по краям нижней челюсти и на верхней поверхности головы. По китовым масштабам волос немного: 250 у **гренландского кита**, 50–100 у **полосатиков.** Вибриссы гигантов — карли-

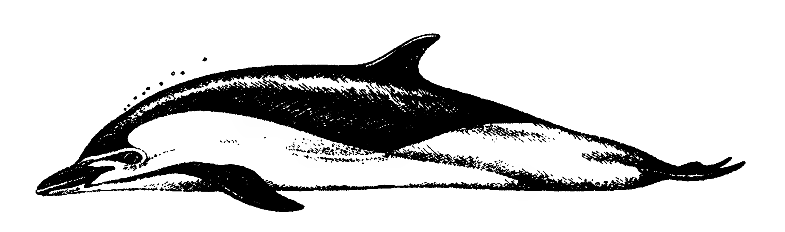
Южный кит — представитель семейства гладких китов

ки: тоненькие, всего 0,2–0,4 мм толщиной, а в длину едва достигают 1 см. **Из зубатых китов** вибриссы имеют только некоторые **дельфины**, да и то лишь в первые 1–2 месяца жизни.

А зачем усы новорожденным дельфинятам, догадались? С их помощью беспомощным детенышам легче отыскивать соски молочных желез матери!



Горбач — представитель семейства полосатиков



Дельфин-белобочка

Зачем усы большим китам? Большинство из них питаются **планктоном** — мелкими ракообразными или мелкой стайной рыбешкой. Между тем глаза у кита расположены так, что он не видит своей жертвы, когда она находится совсем близко. Информацию из этого «мертвого» пространства посылает в мозг лишь осязательный аппарат вибрисс. Когда голова животного попадает в скопление криля и рачки начинают беспрерывно задевать его усы, кит знает, что пора открывать рот. А усы на затылке тоже нужны. Они информируют исполина о том, где пищи больше всего.

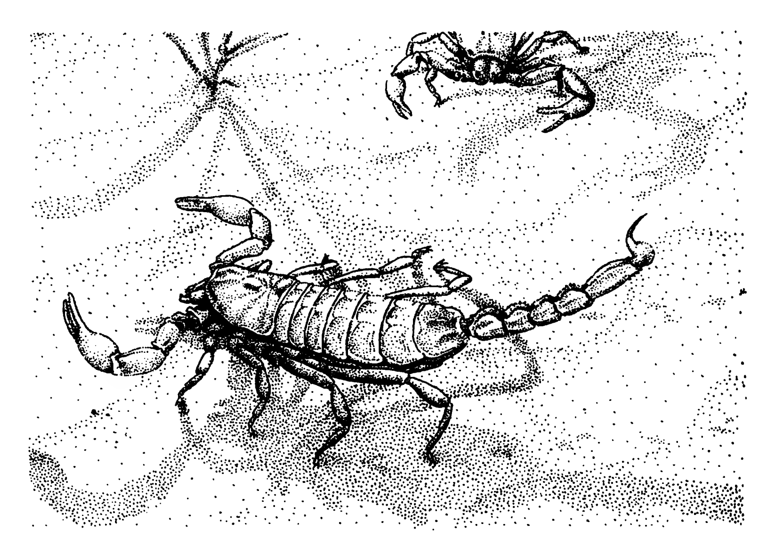
ПЕСЧАНЫЕ СКОРПИОНЫ ПУСТЫНИ МОХАВЕ

Вибриссы — не единственные **механорецепторы**. Многие животные пользуются аналогичными рецепторами. Создавая механорецепторы, природа в том числе создала рецепторы для улавливания вибрации.

Если заставить колебаться частички среды в одном месте, они станут «толкать» соседние

частицы, вызывая и их колебания, а те, в свою очередь, заставят колебаться следующие. В результате колебания, возникающие в каком-то определенном месте, будут распространяться во все стороны, как волны от брошенного в пруд камня. Многие животные имеют специальные рецепторы для анализа вибрации. **Пауки** не только прекрасно ее улавливают, но и создают специальные приспособления — паутину, помогающую обнаруживать и усиливать вибрацию.

Песчаные скорпионы, живущие в Северной Америке на юге пустыни Мохаве, — ночные хищники. На охоту они выходят, когда спадет дневной нестерпимый зной и пустынные насекомые начнут появляться на поверхности остывшего песка. В это время пользо-



Скорпионы

ваться зрением невозможно, слишком темно. В самое темное время суток глаза не могут помочь хищнику обнаружить добычу, да скорпион и не смотрит по сторонам. Чаще всего он охотится на роющих пустынных **тараканов.** Они живут в песке и, хотя передвигаются под самой его поверхностью, наружу не вылезают.

До знакомства с песчаными скорпионами никто из ученых распространение вибрации в песке не изучал. Считали, что рыхлый песок ее гасит. Неожиданно оказалось, что волны вибрации, вызванные не очень частыми колебаниями, в песке распространяются совсем неплохо, правда, гораздо медленнее, чем в твердых телах, в воде или даже в воздухе. В песке возникают два типа волн. Одни, их называют волнами сжатия, распространяются как в толще песка, так и по его поверхности со скоростью 120–150 метров в секунду, то есть почти в три раза медленнее, чем в воздухе. Волны второго типа распространяются только по поверхности песка со скоростью 50 метров в секунду.

Так вот, у этих скорпионов нашлись органы, способные воспринимать слабые волны вибрации. На их лапках находятся многочисленные волоски с отходящими от них нервами, улавливающие волны сжатия. Если тонкой щетинкой дотронуться до любого из волосков, информация об этом будет тотчас передана в соответствующий нервный ганглий. Кроме того, на лапках скорпиона имеются и щелевые рецепторы, улавливающие при-

ход поверхностной волны. Отправляясь на охоту, пустынный скорпион не залезает ни на камень, ни на ветку кустарника, а затаивается на поверхности песка.

Итак, зашло солнце, и на пустыню опустилась ночь. Скорпион дождался, когда песок остынет, выбрался из своего убежища, принял охотничью позу и замер с широко расставленными ногами. Вскоре где-то в песке проснулся пустынный таракан и шевельнул передними лапками. Его движения породили вибрацию песка. Первыми до скорпиона добежали волны сжатия. Они распространяются так быстро, что скорпион не может понять, какая из его лапок первой уловила их приход. Для скорпиона они лишь сигнал начала охоты.

В следующее мгновение до скорпиона добираются медленные поверхностные волны. Скорпион замечает, какая из лапок первой уловила их приход, поворачивается в ее сторону и делает короткий бросок. Установить точное местоположение таракана скорпиону с первой попытки не удается, и после каждого броска он на мгновение замирает, «прислушиваясь» к вибрации и уточняя, откуда приходят ее волны.

Когда охотник оказывается непосредственно над своей жертвой, волны вибрации будут одновременно приходить ко всем его восьми лапкам. Это его обескураживает, он вертится на одном месте, делает короткие броски в сторону, но наконец догадывается, в чем

дело, и несколько раз вонзает свои клешни в песок, пока ему не удастся нащупать и схватить добычу. Тогда охотник поспешно выкапывает таракана, убивает, вонзив в его тело жало, и приступает к обеду.

Охотнику важно не только знать, в каком направлении следует вести поиск добычи, но и на каком расстоянии она находится. Об этом скорпиону тоже рассказывают волны вибрации. Ему нужно только сравнить, как скоро после прихода волны сжатия приходит поверхностная волна. Чем больше интервал между моментами прихода этих волн, тем дальше от охотника находится добыча.

Определить, где находится добыча, — дело сложное. Если охотник потерял одну ногу, ему будет значительно труднее понять, где находится добыча. Без двух ног найти дичь еще труднее. Потеряв половину ног, скорпион охотиться уже не сможет.

Ориентирование по вибрации имеет только один недостаток — незначительная дистанция обнаружения. При этом охотник не может ходить и разыскивать дичь и вынужден ждать, когда добыча сама окажется недалеко от него. Ведь многие пауки и насекомые тоже имеют приспособления для улавливания вибрации. Они могут издалека услышать «шаги» приближающегося хищника и удрать или затаиться. Кроме того, «шум» собственных шагов мешал бы скорпиону улавливать вибрацию, вызываемую объектами охоты.

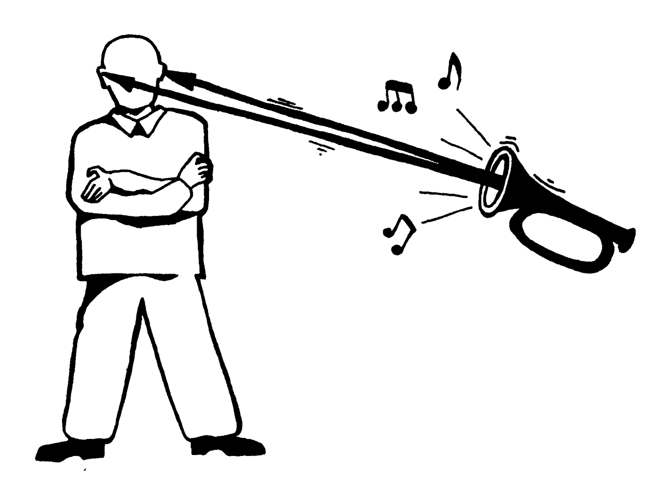
ПОЧЕМУ УХА ДВА?

Любому животному необходимо не только вовремя услышать любой звук, но и совершенно точно знать, где находится источник звука, который оно услышало. Ведь, может быть, его произвел опасный хищник или, наоборот, желанная добыча.

А знаете ли вы, каким образом **человек и животные** определяют местоположение источника звука и источника запаха? Каков механизм этих процессов?

Мы — и люди, и животные — способны определять местоположение источника звука благодаря тому, что у нас два **уха**, расположенные на голове достаточно далеко друг от друга.

Когда звук одновременно попадает в оба уха, это значит, что его источник находится прямо перед нами. Другое дело, если звуковая волна сначала попадает в одно ухо, ближайшее к источнику звука, а немного позже добирается до второго. Эта разница во времени и есть главный источник информации о местонахождении источника звука. Когда в момент подхода звуковой волны человек стоит к ней боком, звук, чтобы добраться до второго уха, должен обогнуть голову. Предположим, что путь до второго уха равен 20 см. Один сантиметр пути звуковая волна проходит за 30 микросекунд (мкс), а на весь путь ей потребуется 600 мкс, т. е. 6 десятитысячных секунды. Кажется, это так мало, что разницу во



времени прихода звуковой волны в правое и левое ухо невозможно заметить. Однако мозг способен заметить и гораздо меньшую разницу. Когда источник звука находится всего лишь на 3° правее или левее средней линии тела, звук до второго уха добирается с ничтожной задержкой в 30 мкс, но мы улавливаем даже такой короткий интервал и достаточно точно определяем, откуда раздался звук.

К сожалению, этим способом можно определить местонахождение лишь низкочастотных источников звука. Слуховой аппарат высчитывает не просто разницу во времени прихода звука, как такового, а разницу во времени прихода одинаковых фаз звуковой волны.

Звук, как известно, — это волна, распространяющиеся периодические сжатия и расширения окружающей среды, в нашем случае воздуха. У низкочастотных звуков расшире-

ние воздуха и его последующее сжатие занимает достаточно много времени. Другое дело высокочастотные звуки. За одно и то же время воздух, через который идет высокочастотный звук, успевает совершить несколько циклов расширений и сжатий.

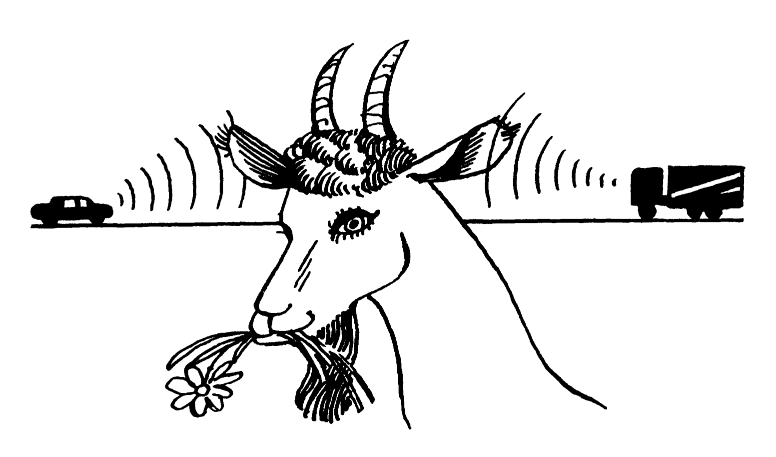
Поэтому при более высокочастотных звуках, имеющих более короткие волны, слуховые центры мозга начинают путаться. Например, звуку с частотой 10 000 колебаний в секунду, идущему к нам под углом 55°, чтобы обогнуть голову, нужно 450 мкс. Продолжительность цикла для этого звука равна 100 мкс, следовательно, огибая голову, звуковая волна успеет сделать 4,5 цикла. Однако до слуховых центров мозга информация о 4 полных циклах звуковой волны просто не дойдет. Они будут оперировать разницей в 0,5 цикла и, естественно, не смогут правильно определить, где возник звук. Поэтому определить местонахождение источника высокочастотного звука человек этим способом не может. По времени прихода мы можем определить лишь местоположение источника звука с частотой до 1300 колебаний в секунду.

С физическими законами не поспоришь, но можно подыскать альтернативный вариант. Существует и другой способ определить, где находится источник звука. Для этого нужно сделать точную оценку его интенсивности. При звуках низкой частоты длина звуковых волн значительно больше размера человече-

ской головы. При 100 колебаниях в секунду она равняется 3,3 метра. Такая волна легко огибает голову. Другое дело, если волна маленькая. У звуков с частотой 10 000 колебаний в секунду длина волны всего 3,3 сантиметра. Такие звуки отражаются головой, и второе ухо, более отдаленное от источника звука, оказывается как бы в акустической «тени». Звук дойдет и до него, но значительно ослабленным.

Если источник звука находится под углом 15°, то для звука с частотой 1000 колебаний в секунду разница интенсивности составит 150%, а при частоте 15 000 колебаний в секунду — 900%. Сравнивать интенсивность звуков — более сложная задача, но уже для звуков с частотой 3000–4000 колебаний в секунду разность интенсивности достаточно велика, чтобы с ее помощью определить, откуда они доносятся.

Природа наделила животных большим набором дополнительных приспособлений, чтобы легче было выяснить, откуда раздался звук. Подвижные уши **антилопы** или **козы** поворачиваются до тех пор, пока звук не будет слышаться наиболее громко и одинаково обоими ушами. В этом случае положение ушей будет точно соответствовать направлению, откуда доносится звук. У некоторых животных каждое ухо способно двигаться независимо от другого. Благодаря этому они могут одновременно определять местоположение двух источ-



ников звука и следить за их перемещениями. Для локализации слабых звуков приходится поворачивать голову в сторону источника звука и действовать двумя ушами. Здесь срабатывает механизм конвергенции (сведения ушей), несколько напоминающий механизм конвергенции глазных яблок, с помощью которого мы судим об удаленности предмета. Это помогает уточнить, где находится возмутитель спокойствия, производящий шум.

Умение точно определить местоположение источника звука помогает в толпе или за шумным праздничным столом вести беседу с человеком, находящимся далеко, так сказать, через головы своих соседей, и при этом слышать именно его голос, а не речь людей, находящихся в непосредственной близости. Оказывается, мы можем избрать источник звука, находящийся в определенном месте и, отключившись от всего остального, вслушиваться только в него.

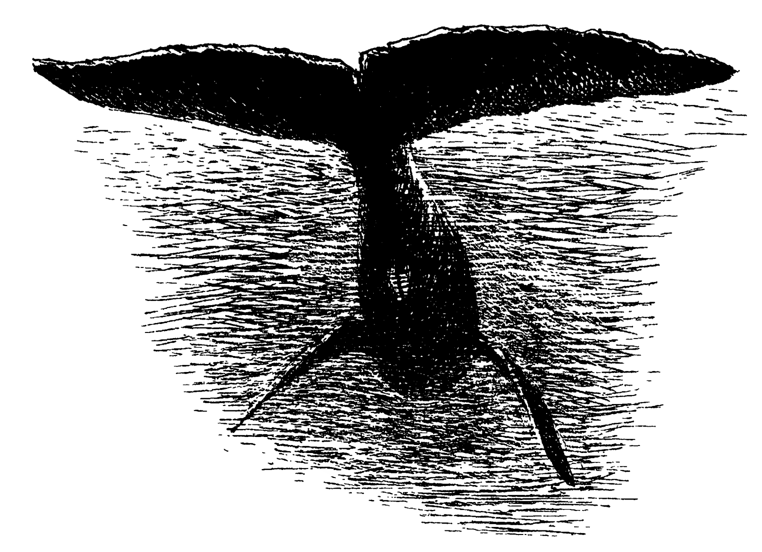
А ЕСЛИ НЫРНУТЬ?

Почему в подводном мире мы чувствуем себя неуютно? При определении в воде местоположения источника звука первым осложнением для человека является возросшая скорость его распространения. В воде скорость звука в 4,5 раза больше, чем в воздушной среде. Соответственно, в 4,5 раза сократится разница между временем прихода звука в одно ухо по сравнению с другим. **Слуховые центры** человеческого **мозга** вычисляют направление источника звука автоматически и не желают делать поправку на то, что их владелец перешел в другую среду. Не исключено, что они не получают об этом информации. Вероятно, она просто не предусмотрена. Наша жизнь очень тесно связана с воздушной средой, поэтому сравнение времени прихода звука в правое и левое ухо под водой оказывается непригодным для определения его источника.

Мало того, что по времени прихода звука в каждое из ушей, человек ориентироваться в подводном мире не может — ориентировка по интенсивности звука в воде также невозможна. Дело в том, что ткани тела и даже кости по звукопроводности гораздо ближе к воде, чем к воздуху. Звуковые волны, наткнувшись на человеческую голову, погруженную в воду, отражаются от нее слабее, чем в воздухе. Под водой звуковой волне нет необходимости ее огибать. По костям черепа она пробирается прямо в свя-

тая святых слухового анализатора — во внутреннее ухо. Заметного ослабления звука при этом не происходит, а эффект звукомаскировки будет отсутствовать. В воде голова для звука прозрачна и не «отбрасывает акустическую тень». Таким образом, оба механизма, позволяющих наземным животным устанавливать местоположение звука, под водой не работают.

Другое дело — **китообразные**. Они в подводном царстве не испытывают подобных затруднений. Природа, тысячелетиями шлифуя и совершенствуя их слуховую систему, нашла блестящее решение вопроса. Среднее и внутреннее ухо дельфинов не вмонтировано в кости черепа, как у всех сухопутных существ. Замурованные в особое, чрезвычайно твердое костное вещество, звукоприемные устройства



в виде отдельных образований, названных **буллями**, подвешены к черепу на специальной сухожильной связке. Для большей надежности булли отделены от черепа специальными полостями, заполненными пеной из беловатой эмульсии.

У **усатых китов**, в первую очередь у **полосатиков**, связь черепа со слуховой костью, хотя и незначительная, сохранилась, однако специальная звукоизоляция препятствует переходу звука с черепа на буллю. Полностью независимые друг от друга звукоприемники правого и левого уха превосходно приспособлены для определения местоположения источников звука. Если бы инженеров попросили переделать внутреннее ухо современных наземных позвоночных животных, чтобы им можно было пользоваться под водой, они, несомненно, поступили бы аналогичным образом.

ГЛАЗА-ПУТЕШЕСТВЕННИКИ

Удивительные изменения претерпевают в течение жизни **глаза** некоторых **рыб**. Мальки у большинства рыб, как бы причудливо ни выглядели взрослые, формой тела похожи на обычных, привычных нам «рыбешек». И глаза у них расположены по бокам головы, как положено рыбам. При этом каждый глаз видит только то, что находится с его стороны, поэтому «нормальные» рыбы одновременно

двумя глазами видеть не могут. Но есть и такие рыбы, которые во взрослом состоянии начинают вести донный образ жизни. Эти рыбы-засадники часами лежат на дне, поджидая добычу. Форма тела и головы у таких рыб меняется. Они становятся плоскими, чтобы удобнее было лежать на песке, а глаза перебираются на лоб. Теперь рыба на все смотрит сразу двумя глазами, направленными вперед и вверх.

Длинное путешествие проделывает глаз у **камбалы**. Эта донная рыба, как известно, лежит не на брюхе, а на боку. Естественно, глазу, оказавшемуся на нижней стороне тела, совершенно не нужно смотреть в песок, и он постепенно «переползает» на другую сторону головы. У взрослых камбал одна сторона тела слепая, зато другая имеет два глаза.



Камбалы разных видов

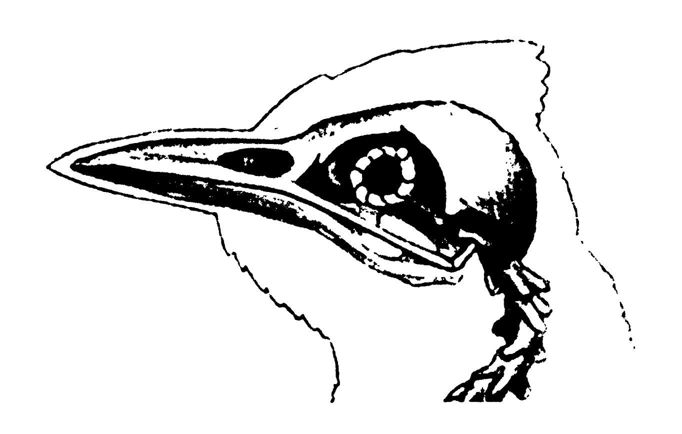
Большие путешествия совершают глаза глубоководных рыб **идиакантов**. Самки у них достигают 40 см в длину, у них тонкое тело, крупная голова и огромная зубастая пасть. Рыбка может заглатывать добычу гораздо толще себя и при этом чудовищно раздувается. Самцы значительно мельче. У них нет зубов, и, став взрослыми, они перестают питаться. У самца и самки обычные по величине и нормально расположенные глаза. Другое дело **личинки** этих рыб. Они имеют тонкое длинное тело, крохотную головку и глаза, сидящие на стебельках длиной в треть тела рыбки. Ученые пока не знают, помогает ли им такое устройство глаз лучше ориентироваться в подводном царстве. Зато о другой их функции известно доподлинно. Мальки используют глаза как подводные крылья. Они позволяют личинкам парить в толще воды, не затрачивая дополнительной энергии. По мере роста личинки глаза приближаются к голове и наконец занимают положенное им место.

Меняют свое место и глаза **лягушек**. У **головастиков** маленькие глазки расположены по бокам головы и углублены в кожу, а у взрослой лягушки они становятся большими, перебираются на верхнюю часть головы и выступают из черепа. Благодаря этому сидящая лягушка хорошо видит всё, что происходит спереди, сбоку, сверху и сзади, причем значительная часть пространства видна ей одновременно двумя глазами. Лишь узенькая полос-

ка земли возле самой лягушки выпадает из ее поля зрения. Причина «переезда» глаз понятна. Для головастика глаза большого значения не имеют. Это растительноядные существа и пищу могут находить с помощью обоняния, а взрослые лягушки живут охотой на всякую прыгающую и летающую живность.

Глаз способен хорошо видеть, только когда его размеры достигнут определенной величины. Поэтому можно заранее сказать, что крохотные глаза рыбьих мальков, головастиков, водных **лягушек-хенопсусов** видят плохо. По мере роста молодых животных у них увеличиваются и глаза, но особенно энергично они растут у некоторых рыб. В результате у взрослых рыб глаза, в сравнении с размерами их тела, кажутся гигантскими. Представьте — у маленькой рыбки, **светящегося анчоуса**, они по размеру достигают половины головы!

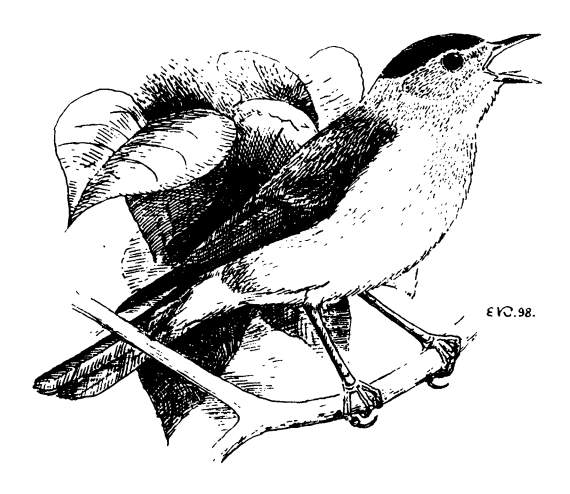
Если сравнить размеры глаз с величиной самого животного, то окажется, что самыми крупными глазами обладают **птицы**, однако они не производят впечатления крупноглазых существ, так как большая часть глазного яблока у них скрыта внутри глазницы, а в разрезе век видна лишь его малая часть. Птицы вылупляются из яиц уже крупноглазыми, но их глаза могут расти и потом и даже менять свою форму. По остроте зрения птичьи глаза не знают себе равных. У одних они играют роль бинокля, другим служат в качестве микроскопа.



Череп птицы

Хищные птицы должны быть дальнозоркими. **Канюк**, кружащийся над лугом, высмотрит в траве крохотного мышонка. **Кобчик** чуть ли не за километр обнаружит в воздухе стрекозу. **Гриф-стервятник**, высматривающий падаль, парит над саванной на высоте от двух до четырех километров. Чтобы глаз мог видеть вдаль, он из шаровидного превращается в цилиндрический. Глаза, работающие как микроскопы, наоборот, из шарообразных становятся сплющенными. Без этого **синицы** и **славки** не могли бы собирать с коры и листьев крохотных насекомых и тем более их яички.

У молодых птенцов глаза расположены по бокам головы. Там они и остаются у большинства птиц. Поэтому птицы хорошо замечают все, что делается вокруг, но любой предмет видят только одним глазом. Лишь узкая полоска пространства впереди головы видна одновременно обоими глазами, но видна плохо, так



Славка-черноголовка

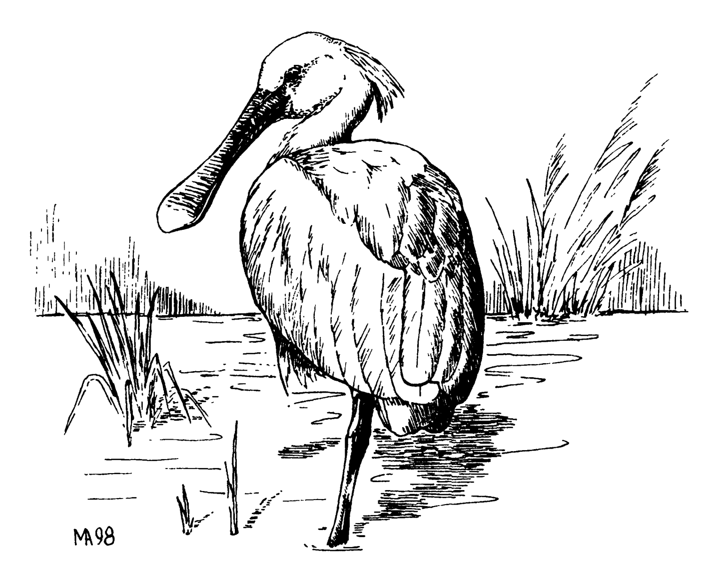
как изображение в этом случае попадает на боковую часть сетчатки. Тот, кто наблюдал за поведением птиц в неволе, вероятно, замечал: если попугаю или другой птице хочется рассмотреть что-то получше, они смотрят одним глазом, смешно поворачивая голову набок.

У птиц, ищущих корм на ощупь, — **колпиц, караваек, вальдшнепов** — глаза сдвинуты на затылок, и они могут видеть двумя глазами даже то, что находится сзади. У **сов**, наоборот, глаза сдвигаются вперед, и взрослые птицы смотрят на мир сразу двумя глазами. У них тоже весьма зоркие глаза, ведь охотятся эти птицы в сумерках. Поле зрения глаз совы, — то есть то, что она может видеть, не поворачивая головы, — очень узко, а глаза у них при этом намертво закреплены в глазницах. Это обстоятельство послужило поводом

считать, что совы днем при солнце ничего не видят. На самом деле они отлично видят, но только то, что находится прямо перед ними. А неподвижность глаз компенсирует шея, позволяющая поворачивать голову на 180°.

Удивительные превращения глаз происходят у небольших глубоководных рыб **батилихнопсов**. У взрослых рыб они становятся очень большими, приобретают цилиндрическую форму, перебираются на лоб и направлены вперед и вверх. Кроме того, сбоку из каждого глаза вырастает второй, поменьше, со зрачком, направленным вниз. Так что рыба видит и то, что вверху, и то, что внизу.

Есть глубоководные рыбы, у которых с каждой стороны головы тоже образуются по два



Колпица

сросшихся между собой глаза, только зрачок дополнительного открывается не наружу, а в полость главного. Такой глаз улавливает лучи, идущие сбоку и не попадающие на светочувствительные клетки главного. Такой «двойной глаз» имеет более широкое поле зрения.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЫБЫ

Чтобы вы подумали, увидев маленькую рыбку, висящую у самой поверхности воды головой вниз, как будто ее кто-то подвесил за хвостик? И мало того, что она висит, она еще потихоньку плывет брюхом вперед, не меняя при этом своей экстравагантной позы.

А что можно подумать о рыбке, которая плывет на боку у самого дна, да к тому же хвостом вперед? Странные рыбки! С ними встретились наши ученые, побывавшие в Южной Америке на реке Укаяли, крупном притоке Амазонки. Не только поведение, но и название этих рыб необычное. Зоологи называют их **«электрическими рыбами»**.

Зоологи делят электрических рыб на две группы. Одни из них вырабатывают такой сильный ток, что с его помощью охотятся на мирных рыбешек, лягушек и водяных змей. Разряды **электрического угря** такой силы, что могут сбить с ног не только человека, но и лошадь. Это очень интересные существа, но сейчас речь пойдет о рыбах второй группы, о сла-

боэлектрических рыбешках. Они генерируют электрические разряды небольшой силы и, взяв их в руки, человек не испытает неприятных ощущений.



Электрический угорь

Между обеими группами электрических рыб большая разница. Охотники, владеющие электрическим оружием, — это крупные рыбы или рыбы средней величины. Свое оружие они используют и для обороны, если им кто-нибудь угрожает, и для охоты, когда вблизи появляется подходящая «дичь» или хотя бы возникает подозрение, что рядом находятся существа, которых можно съесть.

Другое дело — слабоэлектрические рыбы. Среди них много совсем маленьких рыбешек, а свои электрические разряды они генерируют, если и не непрерывно, то во всяком случае длинными сериями в течение десятков минут, причем производят от 50 до 1000, а иногда и больше разрядов в секунду. Величина этих разрядов настолько мала, что обнаружить их удается лишь чувствительными электроизмерительными приборами. Невольно возникает вопрос: зачем эти рыбы обзавелись электрическими органами, для чего прилежно генерируют электричество и способны ли сами ощущать слабые электрические разряды?

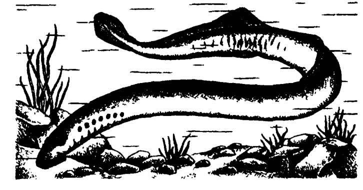
Вода природных водоемов, рек, озер, прудов, болот и особенно соленая вода морей, хорошо проводит электричество, а в живом организме, в каждой его клеточке, постоянно осуществляются электрические реакции. Они возникают и в неживой неорганической природе. Если в каком-то участке водоема изменяется температура воды, ее соленость,

появляются примеси других веществ или скопления живых организмов, всё это будет сопровождаться возникновением электрических реакций. В результате различные участки водоема будут отличаться по величине своего электрического заряда и между ними, как между полюсами батарейки, потечет ток. Величина этого тока, конечно, мизерна, но в результате в водоеме создаются постоянно изменяющиеся электрические поля.

Тела живых организмов прекрасно проводят электричество. Живя в постоянно меняющемся электрическом мире водоемов, участвуя в создании, изменении или искажении существующих электрических полей, живые организмы не могли «пройти» мимо таких явлений окружающей их среды, не отреагировать на эти поля. Вот почему у многих водяных организмов появились **электрорецепторы** — специальные органы, способные с феноменальной чувствительностью улавливать малейшие изменения электрической обстановки в водоеме и анализировать ее, с тем чтобы установить причину, вызывающую эти изменения.

ЭЛЕКТРОРЕЦЕПТОРЫ

Специфические чувствительные приборчики — **электрорецепторы** обнаружены лишь у водных позвоночных: **миксин** и **миног, акул** и **скатов, костистых рыб.** Они входят в число

Миксина (слева) и минога

рецепторных органов **боковой линии** или просто разбросаны в коже разных участков тела.

Наиболее часто встречаются электрорецепторы двух типов. Одни из них названы ампулярными, от слова ампула. Они представляют собой канал, расположенный в толще кожи, один конец которого крохотной порой открывается наружу, а в другом, ампулообразно расширенном конце, находятся электрочувствительные клетки. Они сидят в толще стенок ампулы, выставив в ее просвет одну ресничку или целую щетку их. Канал может быть очень коротким, длиной всего несколько десятков микрон, или более длинным — до 20 мм, а его ширина редко достигает 1,5 мм.

Канал заполнен желеобразной жидкостью, хорошо проводящей электричество, а стенки канала — хорошие изоляторы. Благодаря такому устройству электрический ток, возникающий в воде, без серьезных потерь добирается до воспринимающих ворсинок, а электрические токи самих рыб добраться до них не могут. Стенки канала надежно изолируют рецепторы от электрических реакций, возникающих в собственном теле рыбы.

Другой тип — бугорковые электрорецепторы. Они названы так потому, что в виде крохотных бугорков выступают на поверхности кожи. Электрочувствительные клетки находятся во внутренней полости бугорка. Она никак не соединена с наружной средой, однако оболочки клеток верхней стенки бугорка хорошо проводят электричество, но от разрядов, возникающих в собственных электрических органах, рецепторные клетки также надежно изолированы.

По своей чувствительности бугорковые рецепторы серьезно отстают от ампулярных, но они предназначены для контроля более сильных полей, создаваемых самой рыбой. Ампулярные же рецепторы используются для обнаружения электрических полей, создаваемых работающими мышцами других существ. Вот почему бугорковые рецепторы бывают только у электрических рыб, а ампулярными нередко оснащены и другие существа, у которых нет собственных электрических органов.

Чувствительности электрорецепторов рыб могут позавидовать созданные людьми электроизмерительные приборы. Некоторые рыбы ощущают изменение в напряженности электрического поля, если на протяжении 1 см оно уменьшается или возрастает всего на 0,0000001—0,000001 вольта. Если поле, производимое слабенькой батарейкой от карманного фонарика, «размазать» по 200-километровой дистанции, изменение напряжен-

ности на 1 см длины все равно будет в несколько раз больше.

Электрорецепторные клетки рыб беспрерывно шлют в их мозг **нервные импульсы** с постоянной скоростью 10–30 импульсов в секунду. Если напряженность электрического поля вокруг рыбы меняется, изменяется и реакция рецепторов. Электрический ток, текущий в направлении от электрорецепторов в сторону воды, у **акул и скатов**, живущих в морской соленой воде, вызывает увеличение частоты импульсов, а ток, текущий в направлении электрорецепторов, замедляет их генерацию.

У пресноводных рыб все наоборот: реакцию их рецепторов усиливает ток, текущий в направлении электрорецепторов, а ток противоположного направления уменьшает частоту электрических разрядов. Мозг рыб анализирует и сопоставляет информацию, поступающую от рецепторов разных участков тела, и на основании проведенного анализа делает выводы о причинах изменения электрической обстановки.

НОЖЕТЕЛКА И ЕЕ ЭЛЕКТРОЛОКАТОР

Небольшие рыбешки **чёрные ножетелки** длиной 10–15 см ведут ночной образ жизни. Днем они прячутся в убежищах: в дуплах затопленных деревьев, между их корней или в нишах под берегом среди обнажившихся кор-

ней прибрежных кустов. Они не просто прячутся там — не отдыхают, не спят, а ведут себя весьма активно. Забравшись в убежище на рассвете, они на протяжении часа беспрерывно раскачиваются из стороны в сторону. Затем на 20–30 минут все-таки делают перерыв на отдых, ложатся на бок и замирают. Отдохнув, а, может быть, выспавшись, они начинают медленно вращаться вокруг своей продольной оси, тщательно «ощупывая» кончиком рыла стенки своего укрытия и при этом беспрерывно генерируют электрические разряды. Убедившись, что всё в порядке, ножетелка, приняв нормальное положение, начинает раскачиваться и так ведет себя все светлое время суток.

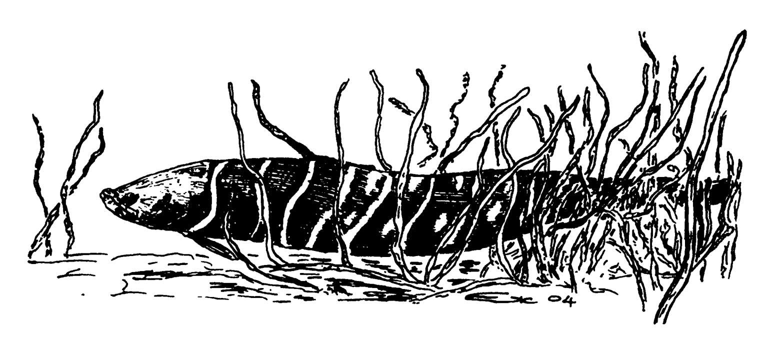
С наступлением темноты рыбешки покидают свои убежища и отправляются на поиски пищи. При этом ножетелка сначала плывет на боку у самого дна, двигаясь хвостом вперед. Обнаружив корм, она (боюсь, мне никто не поверит!) обследует его хвостом. Затем проплывает 2-3 раза около своей добычи и, убедившись, наконец, что обнаружен съедобный объект, хватает его и уплывает в укрытие, чтобы там отправить добычу в желудок.

Обследовав всё дно вблизи от укрытия, рыбка переключается на обследование поверхности воды, только теперь подвешивается вниз головой и, почти касаясь хвостом поверхности, энергично генерирует электрические разряды. Во время коротких одно-двухминутных

вылазок на охоту, рыбка двигается с большой скоростью. Она торопится (ведь так легко попасться на глаза хищнику), но, добравшись до поверхности и приступив к охоте, движется медленно грудью вперед. В зависимости от обилия корма вечерняя охота продолжается от получаса до двух часов и столько же длится в предрассветное время.

Для чего рыбе электрический орган и зачем она беспрерывно генерирует электрические разряды? Оказывается, для **электролокации**, чтобы с ее помощью обнаруживать добычу и врагов. Работа электрического органа создает вокруг ножетелки электрическое поле. Любой объект, оказавшийся в пределах этого поля и отличающийся своей электропроводностью от окружающей воды, искажает его. Множество электрорецепторов, находящихся в коже рыбы, улавливают это искажение и шлют о нем сигналы в мозг.

Для такой малюсенькой рыбешки, как ножетелка, дальность действия локатора достаточно велика. В период бодрствования ее хвостик на 1–3 см высовывается наружу и ведет караульную службу. Если на расстоянии 8–10 см от ее дома окажется червяк, рыбий малек или головастик, ножетелка мгновенно замечает, что появилась «дичь», и выскакивает из укрытия хвостом вперед. Затем, стремительно развернувшись, хватает добычу и скрывается в убежище, чтобы позавтракать.



Гимнот (Gymnotus)

Примерно также ведут себя и другие слабоэлектрические рыбы Америки. **Гимноты**, живущие на мелководье, пользуются убежищами в корнях и полых стеблях тростника. Червяка, оказавшегося в 5 см от укрытия, они замечают мгновенно, выскакивают хвостом вперед и тотчас хватают добычу. Кусочек пластмассовой пластинки, оказавшийся на таком же расстоянии, рыбка обнаружила через 2–3 секунды. Подплыв к пластинке, рыбка 1–2 минуты изучала ее при помощи хвоста, но до нее, естественно, не дотрагивалась, держа хвост в 1–2 см от исследуемого предмета.

Металлические пластинки способны привести рыбок в неистовство. Дело в том, что характер искажения электромагнитного поля металлом, прекрасно проводящим электричество, напоминает характер его искажения живыми объектами, однако по степени выраженности серьезно превосходят любое живое существо. Это, конечно, сбивает рыб с толку, вызывая недоумение. Ну как же тут не вспо-

лошиться?! Гимноты по 2–3 минуты то хвостом, то рылом обследовали пластинку и только после этого скрывались в убежище.

Встретившись со столь непонятным явлением, успокоиться не так-то просто. Рыбы обычно предпринимали от 7 до 12 попыток разобраться в загадочном предмете. В реках, еще не замусоренных людьми, рыбы пока не познакомились с металлами и даже не подозревают о существовании предметов, способных так сильно искажать электромагнитное поле. В конце концов гимноты атакуют непонятный предмет. Налетая на пластинку, рыбешка рылом подталкивает ее до тех пор, пока ей не удастся оттащить ее в сторону. Но даже после этого гимнотам требовалось еще 15–20 минут, чтобы окончательно успокоиться.

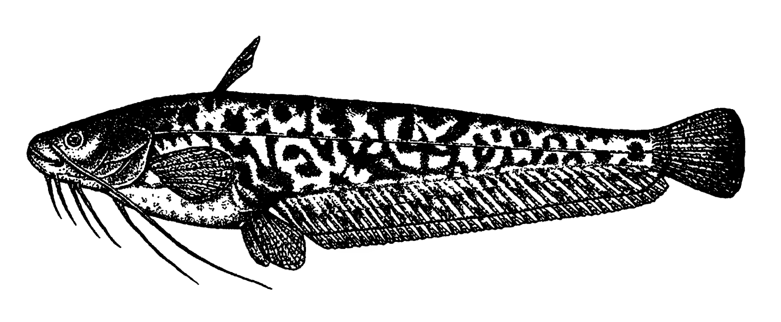
СРЕДСТВО ОБЩЕНИЯ

Электрические органы **слабоэлектрических рыб** имеют еще одно важное предназначение: они используются для общения. Электрический язык годится для любого диалога. С помощью электросигналов рыбы способны передавать друг другу сложную информацию. Слаженные действия большой стайки рыбьей мелюзги можно подсмотреть в любом водоеме. Сигнал на одновременный поворот всей стаи, видимо, дается с помощью электрических команд.

Электрические разряды используются рыбами для широковещательных объявлений своим соплеменникам о том, что участок занят и хозяин будет защищать свои владения. Ученые убедились в этом, записав разряды, производимые рассерженным **нильским слоником**, а затем «проиграли» ему эту запись. Эффект оказался потрясающим. Рыбка просто рассвирепела и с остервенением набросилась на источник электрических разрядов. Электрическими разрядами рыбы оповещают соседей о своем социальном статусе. Чем выше у **гимнота** частота электрических разрядов, тем большим уважением он пользуется среди своих соплеменников.

Электрические разряды генерируют не только те рыбы, у которых имеются для этого специальные электрические органы. Слабые высокочастотные разряды возникают у любых существ, совершающих быстрые энергичные движения: броски, развороты, открывание и захлопывание рта. Они возникают в работающих мышцах.

Мышцы хищных рыб, вроде **щук** или **сомов**, генерируют электроразряды длинными сериями, а у рыб, питающихся мелкими донными организмами и илом, при движении возникают короткие серии или одиночные разряды. По электрическим разрядам этих рыб можно догадаться, опасное ли существо появилось в зоне восприятия электрорецепторов или нет.



Обыкновенный сом

Когда рыбы плывут дружной компанией, согласовывая свои движения, разряды их мышц суммируются и вокруг стаи формируется общее электрическое поле.

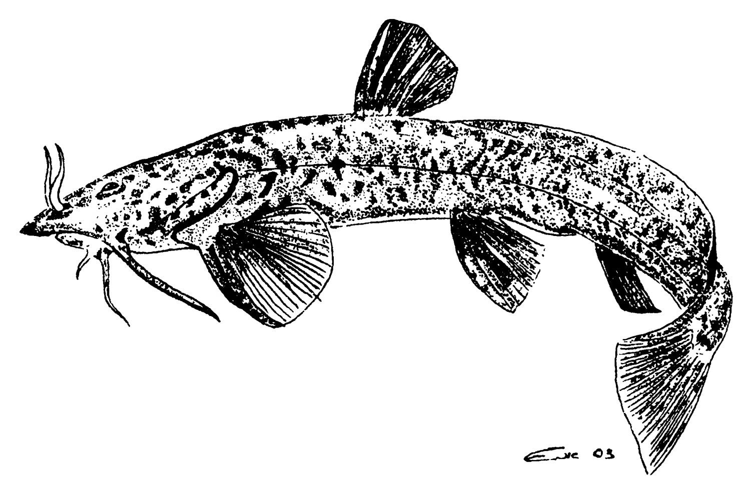
АВТОПИЛОТ

Электрорецепторы слабоэлектрических рыб могут заменить им компас. Зоологи давно задумывались над тем, как находят дорогу **птицы, морские черепахи и рыбы**, ежегодно совершающие дальние миграции. По этому вопросу было высказано множество предположений. Некоторые ученые считают, что птицы и рыбы рождаются с заложенной в мозг географической картой Земли. Другие думают, что у них развито магнитное чувство, иными словами, имеется биологический компас. Ничего невероятного в подобных предположениях нет, однако точные доказательства (или опровержения) этих гипотез еще впереди. А вот изучение электрорецепции позволило, во вся-

ком случае для рыб, доказать их способность ориентироваться по магнитному полю Земли.

Обитающий в Средней Азии **туркестанский сомик, или звездочёт**, лежащий на дне водоема, не ощущает магнитного поля Земли. Но стоит ему отправиться в путь, все меняется. Из курса физики вы знаете (или узнаете чуть позже), что электрический ток создает магнитное поле, а магнитное поле, в свою очередь, способно вызывать возникновение электрического тока. Он возникает в любых замкнутых проводниках при пересечении ими магнитного поля. На этом основано устройство любых электрогенераторов.

Когда рыба движется в магнитном поле, в ее теле возникают концентрические индукционные токи. На них и у морских, и у пресноводных рыб реагируют **ампулы Лоренцини**,



Туркестанский сомик (Glyptosternum reticulatum)

расположенные вертикально по отношению к поверхности тела рыбы. Следовательно, рыбы чувствительны не к самому магнитному полю, а лишь к его изменению. Величина индукционных токов зависит от того, под каким углом и с какой скоростью пересекаются силовые линии магнитного поля, что и позволяет рыбе прокладывать свой маршрут в океане с не меньшей точностью, чем мы это делаем по компасу.

Электрические рыбы открыты сравнительно недавно, а изучение их начато лишь в наши дни. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшие годы ученые смогут узнать много нового о работе электрических органов и о поведении электрических рыб.

МЕХАНИКА ЖИВОГО



Подвижность присуща многим живым организмам, причем не только **животным**, но и **растениям**, а также некоторым **грибам**. Высшие животные приобрели «моторы» — **гладкие и поперечнополосатые мышцы**, позволяющие им приводить в движение части своего тела и перемещаться в пространстве: бегать, прыгать, плавать, летать. Давайте познакомимся с некоторыми проблемами и ограничениями в работе двигательных органов.

ПОДКОЖНЫЕ РЕЗИНКИ

Резина — довольно обыденный материал. Чего только из нее не делают! Главная ценность резины в том, что она способна сильно растягиваться и при этом не портиться, а когда мы прекращаем ее растягивать, восстанавливает свою прежнюю длину.

Свойства резины общеизвестны, но нас интересуют биологические объекты. Давайте познакомимся с работой **скелетных мышц**. Они тоже способны растягиваться и сокращаться, правда, в отличие от резины, растягиваются они под действием собственной тяжести, а сокращаясь, способны производить значительную работу.

Скелетные мышцы состоят из многоядерных клеток, имеющих вид волокон. Волокна длинные, до 40 мм длиной. Каждое волокно состоит из чередующихся светлых и темных дис-

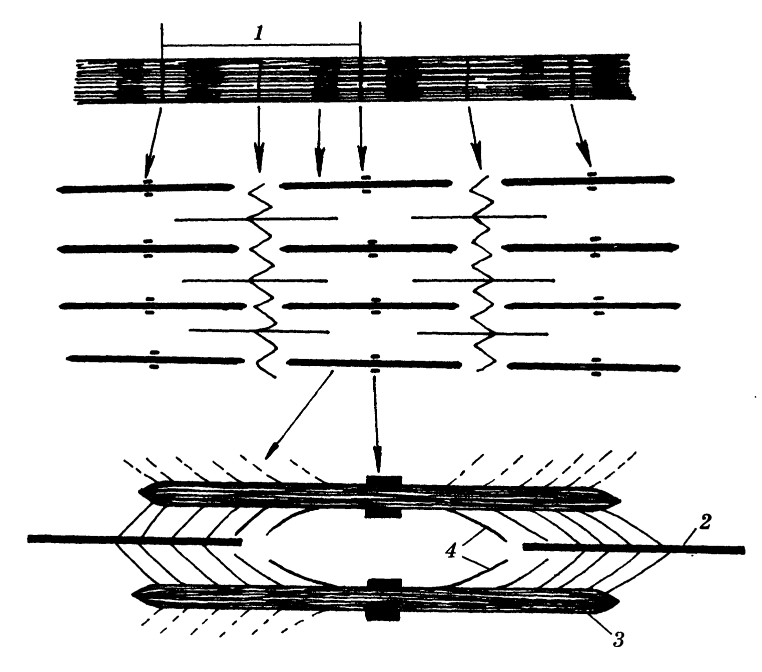


Схема строения поперечнополосатой мышечной клетки:
1 — саркомер; 2 — миофибрилла актина;
3 — миофибрилла миозина; 4 — головки миозина

ков, как ручки ножей, набранные из пластинок разноцветной пластмассы. Темный диск и две половинки светлых дисков, прилегающих к нему слева и справа, образуют **саркомер** — рабочий элемент мышечных волокон.

Мышечные волокна собраны в пучки таким образом, что все темные диски каждого волокна располагаются точно под темными дисками других волокон, образуя темную полосу, а светлые диски таким же образом формируют светлые полосы. Это придает мышце

сходство с зеброй и послужило причиной того, что скелетные мышцы называют поперечнополосатыми.

В каждой мышечной клетке находятся многочисленные тяжи — **миофибриллы**, производящие сокращение мышц. Они бывают двух типов. Толстые нити диаметром 15 нанометров (нм) состоят в основном из белка **миозина**, а тонкие имеют в диаметре всего 7 нм и в состав вещества, из которого они состоят, входит белок **актин**. Тонкие нити проходят только по светлым участкам саркомера, а в средней части темной полосы проходят только толстые нити. Лишь в самых темных боковых участках темных полос находятся и толстые, и тонкие нити. Причем каждую толстую нить окружают 6 тонких.

Молекулы миозина, как мы уже сказали, составляют основу вещества толстых нитей. Каждая молекула этого белка имеет массивную головку, торчащую наружу, и длинный хвост, вплетенный в нить. В спокойном состоянии, когда мышца не занята работой, головки миозина никакой активности не проявляют. Когда же нерв приносит распоряжение мозга сократиться, они прикрепляются к соседним тонким актиновым нитям и наклоняются. При этом головки поворачиваются примерно на 45° и тянут за собой тонкую нить, которая скользит вдоль толстой нити по направлению к центру саркомера. Здесь тонкие нити встречаются и могут даже заходить друг

за друга. Это приводит к сокращению саркомера до 28%, но сами нити при этом не укорачиваются.

Чем длиннее мышца, тем больше в ней саркомеров, тем значительнее она способна сократиться и тем короче она при этом станет. Когда работа мышцы окажется выполненной и мозг отменит приказ о сокращении, головки миозина отсоединяются от тонких нитей и мышечное волокно переходит в нерабочее состояние, а мышца удлиняется до прежнего нерабочего состояния. Таким образом, мышцы сокращаются и растягиваются не потому, что молекулы белков, из которых они состоят, способны растягиваться и уменьшаться, а потому, что белковые нити способны перемещаться.

ПОПРЫГУНЧИКИ

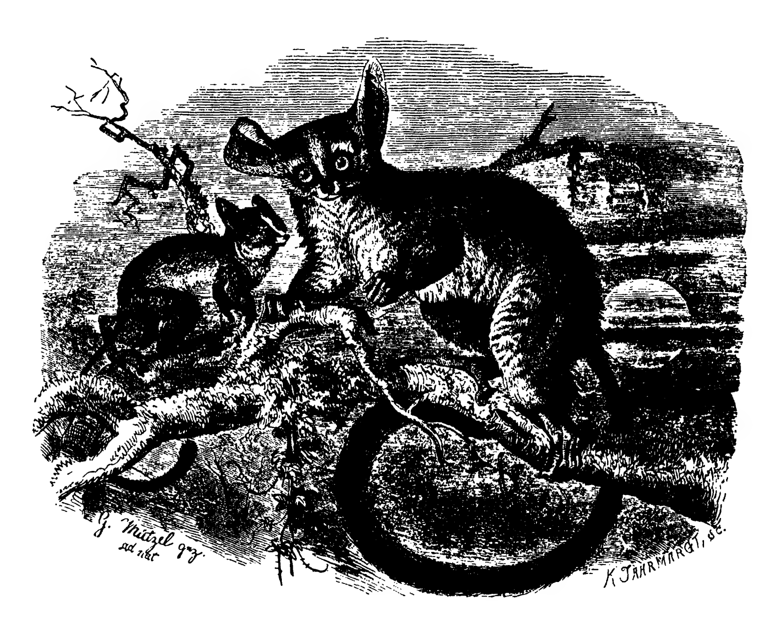
Высоко ли может прыгнуть человек? К сожалению, не очень. Олимпийский рекорд по прыжкам в высоту без шеста ненамного превышает 2 метра — чуть выше человеческого роста. Если учесть, что непосредственно перед прыжком центр тяжести у человека находится на высоте 90 сантиметров, то рекорд кажется совсем мизерным. Перемахивая через планку, спортсмен на 2 метра поднимает свои ноги, а его центр тяжести «подпрыгивает» от силы метра на полтора!



Гигантский кенгуру

Крупным наземным **животным** тоже нечем особенно хвастаться. Трехметровый **гигантский кенгуру**, тело которого специально приспособлено для прыжков, прыгает не выше 3,3 метра. Чем больше весит животное, тем тяжелее ему прыгать, тем больше мышц должно участвовать в осуществлении прыжка. Но мощные мышцы становятся дополнительным грузом. Возникает заколдованный круг.

Математический расчет позволяет предполагать, что животные, у которых отношение веса тела к весу ножных мышц одинаково, должны прыгать на одинаковую высоту независимо от их размера. Наблюдения за животными показывают, что это предположение правильно. Самый маленький кенгуру — **сум-**



Галаго

чатая кенгуровая крыса ростом 40–45 см — прыгает на высоту 2,5 м, а миниатюрная **полуобезьянка галаго** способна лишь слегка перекрыть олимпийский рекорд человека.

Интересно, что водные животные прыгают лучше сухопутных. Неуклюжие на суше **пингвины** пулей вылетают из воды и, взмыв над ее поверхностью на 1,4–1,6 м, ловко приземляются на кромку льда. **Дельфины** совершают прыжки на высоту 4–5 м. Даже **кальмары**, используя свои плавники как несущую плоскость и планируя с их помощью, поднимаются до 7 м над поверхностью воды. Умеют прыгать даже глубоководные **рыбы**. В 1959 году с борта советского исследователь-



Пингвин, выпрыгивающий на льдину

ского судна «Витязь» ученые наблюдали вертикальные прыжки **тирзитопса** на высоту 2–3 м. Видимо, редкая глубоководная рыба решила дать возможность ученым познакомиться с ней накоротке.

Прыгать в длину значительно легче. **Лошадь** во время галопа совершает прыжки до 7,5 м. Это 4 длины туловища самого прыгуна. **Гиббоны,** перепрыгивая с ветки на ветку, покрывают расстояние до 6 м, а крупные кенгуру способны совершать прыжки длиной 9–12 м. Американские **полутушканчики** прыгают на 3,7 м, а **гребнепалый тушканчик** из среднеазиатских пустынь — на 3 м. Длина прыжка у них в 20 раз больше длины тела.



Гиббон

КАТАПУЛЬТА ОБЫКНОВЕННОЙ БЛОХИ

Даже первобытный человек не был особенно сильным. Когда он научился использовать на охоте первые примитивные орудия — палки, камни, дубины, он всё равно ощущал, что ему часто не хватает силы, чтобы одним ударом убить оленя или докинуть камень, а позже и копье до пасущейся вдалеке антилопы. Серьезно усовершенствовать орудия охоты первобытные люди смогли только благодаря тому, что научились запасать энергию.

Первым охотничьим орудием, которое использовало запасенную энергию, был охотничий лук. Охотник, натягивая тетиву, сгибал гибкий лук и при этом запасал в нем энергию, когда же он отпускал тетиву, вся энергия, запасенная в согнутом луке, высвобождалась в одно мгновение, посылая стрелу вперед с такой силой, что она могла улететь на значительное расстояние и пронзить дичь. Просто бросить стрелу рукой с такой же силой человек не мог.

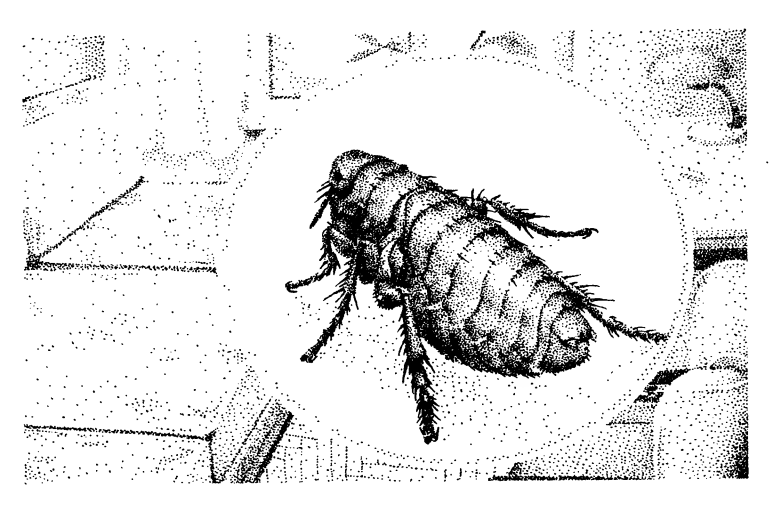
До изобретения огнестрельного оружия на войне использовались катапульты и баллисты — метательные машины, способные бросать тяжелые камни, заостренные бревна или бочки с горящей смолой на несколько сот метров. Принцип действия этих машин тот же, что у охотничьего лука. Даже один человек способен был привести в боевую готовность метательную машину. В нужный момент вся

накопленная энергия высвобождалась, и огромный камень летел на врага.

Прыгающим животным приходится метать в воздух собственное тело. Среди них самые способные прыгуны — **насекомые**. Они могут совершать прыжки в высоту на расстояние в 100 и более раз превосходящее длину их тела. Секрет этих рекордов заключается в том, что они используют принцип катапульты. Поэтому мощность, развиваемая мышцами насекомых, в 10 и более раз выше мощности, на которую способны мышцы позвоночных животных.

В теле насекомых и других членистоногих встречается **белок резилин**. Подобно резине, он обладает очень высокой упругостью. В честь нее вновь открытый белок и получил свое название. Его резильянс, то есть коффициент полезного действия, — 97%. Это очень много. Только 3% его энергии теряется в виде тепла. Резильянс самых лучших сортов резины не превышает 91%. Если резилин на несколько недель оставить в растянутом состоянии, он не потеряет способности мгновенно восстанавливать свою первоначальную величину!

Резилином пользуются хорошо прыгающие **блохи**. Эластичная подушечка, состоящая из резилина, лежит у основания их задних конечностей. Приготавливаясь к прыжку, зловредное насекомое поднимает задние ноги и сжимает резилин. Когда специальный механизм, удерживающий ноги блохи в таком по-

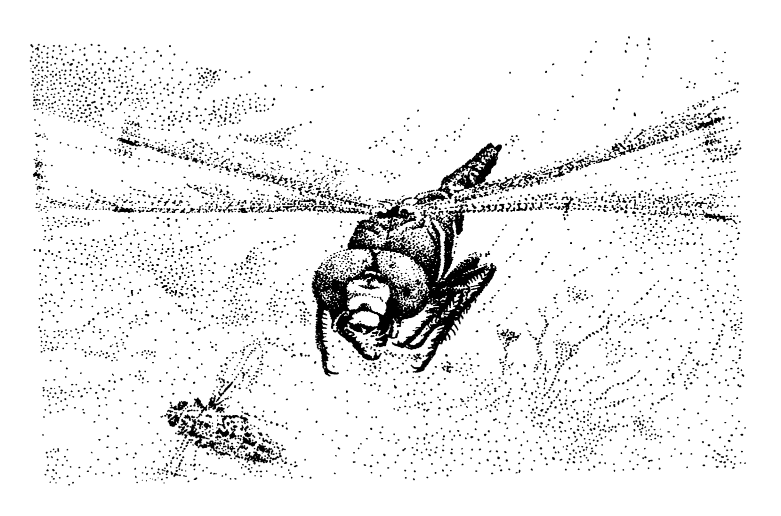


Блоха

ложении, освобождает их, они за счет упругих сил резилина отталкивают блоху от земли, и насекомое стремительно взлетает вверх. Резилин, мгновенно распрямляясь, способен развить гораздо большую мощность, чем мышцы, вызвавшие его сжатие.

ПОКОРИТЕЛИ НЕБА

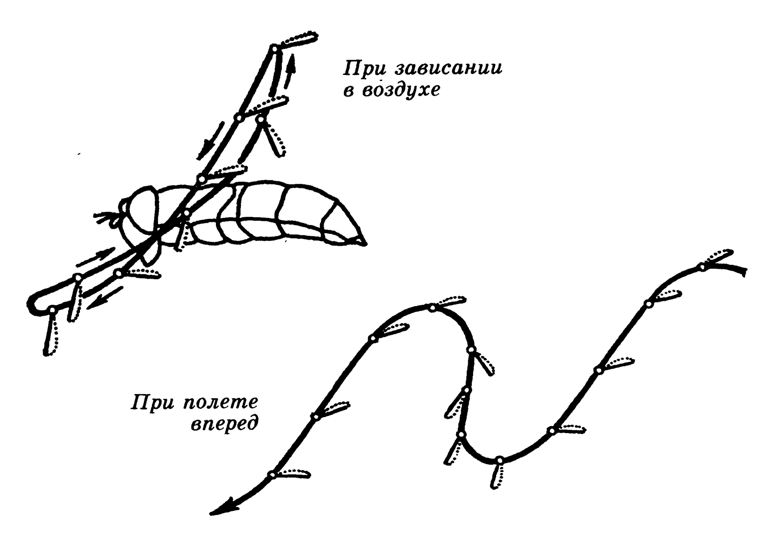
Из обитателей Земли первыми научились летать **насекомые**. Среди них есть настоящие рекордсмены, способные самостоятельно, не прибегая к услугам ветра, подниматься на несколько сот метров над поверхностью Земли и совершать тысячекилометровые путешествия. Некоторые из них прилетают к нам на север весной из Южной и Западной Европы и



Стрекоза

даже из Африки. При этом насекомые способны развивать значительную скорость. **Комар кулекс** (обычный кровососущий комар) летает со средней скоростью 1,5 км/ч, **комнатная муха** — 8, **саранча** — 16, **шмель** — 18, а **пчелы** и **стрекозы** — 30 км/ч. При этом им приходится интенсивно работать крыльями. **Бабочка белянка** делает при этом 10–12 взмахов крыльев в секунду, **саранча** — 20, **майский жук** — 45, **божья коровка** — 75–90, **пчела** — 250, комар кулекс — 300, **комар-звонец** — больше 1000!

Крылья насекомых как «подъемный» механизм менее совершенны, чем винт самолета. Работа пропеллера целиком используется для полета, тогда как крыло саранчи использует на это лишь 65% затраченной энергии. Неиспользованные 35% были бы для саранчи



Траектория крыла мухи в полете

слишком большой потерей. Насекомые, конечно, не смогли с ней смириться. Для компенсации этих потерь у них используется **резилин**. Его крохотные комочки находятся у основания крыльев саранчи, мух и многих других летающих насекомых. Они используются как амортизаторы и для сбережения затрачиваемой энергии.

Когда крыло насекомого доходит до крайнего положения, его движение тормозится за счет сжатия резилина. Затем резилин расправляется и сообщает крылу ускорение, возвращая при этом 97% энергии, затраченной на его сжатие. В результате на одно сокращение мышцы крыло отвечает не одним, а несколькими взмахами. Это и позволяет многим насекомым быть весьма неплохими летунами.

ХОРОШО, ЧТО У ЖИРАФОВ МАЛЕНЬКАЯ ГОЛОВА

Рост взрослого **жирафа** более пяти метров. Длинная изящная шея поддерживает небольшую голову. Если вам посчастливилось видеть этих животных, вы, безусловно, обратили внимание на грациозность их движений. Совершенно ясно, что жираф не чувствует тяжести своей головы, хотя ее вес вместе с шеей немал. Еще больше усилий должно требоваться, чтобы удержать на горизонтально вытянутой шее тяжелую голову **быка или оленя**, нередко украшенною огромными рогами. В действительности животные на это не затрачивают почти никаких усилий. От этой необходимости их избавляет другой белок — **эластин**. Он действует на манер дверных пружин. Подобные пружины, удерживающие части тела в заданном положении, имеются у многих животных.



Спящий жираф

У **копытных** голову удерживает **выйная связка**, которая одним концом прикреплена к черепу и ближайшим шейным позвонкам, а другим — к грудному отделу позвоночника. Как это ни странно, **лошадь** затрачивает больше энергии на то, чтобы нагнуть голову, чем на то, чтобы поднять и удержать ее в обычном положении. Это объясняется тем, что, нагибая голову, животному приходится производить работу — растягивать выйную связку. Поднимается же голова лошади за счет потенциальной энергии, запасенной при растяжении эластина выйной связки.

Еще более важную роль выполняет эластин, входящий в состав **сосудов** позвоночных **животных** и **человека**. Человеческое сердце сокращается около 70 раз в минуту и толчками гонит кровь в сосуды. Однако, если изучить движение крови в более отдаленных районах кровеносной системы, станет ясно, что по артериолам и капиллярам она течет не толчками, а с почти постоянной скоростью. Благодаря этому ткани тела снабжаются кислородом равномерно и оберегаются от беспрерывных толчков, особенно опасных для нежных клеток мозга.

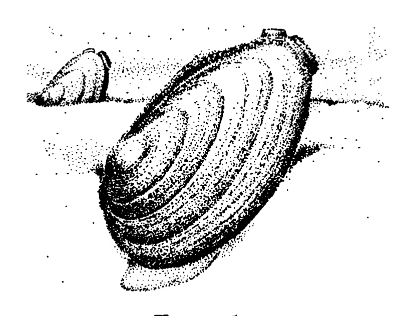
70 толчков в минуту, 4 тысячи в час, почти 100 тысяч в сутки, 37 миллионов толчков в год определенно расшатали бы нервную систему. Кроме того, если жидкость течет равномерно, организм сберегает массу энергии на проталкивание ее по узким сосудам.

Равномерное движение крови по сосудам обеспечивает всё тот же эластин. Когда сердце сокращается, кровь растягивает стенки крупных сосудов, в первую очередь стенки грудной аорты, и в эластине накапливается значительное количество потенциальной энергии. В интервалах между сердечными сокращениями эластин, сжимаясь, гонит кровь из крупных сосудов в капилляры.

ДЕРЖИМ ДВЕРИ ОТКРЫТЫМИ

В отличие от людей **моллюски** используют «дверные пружины» не для того, чтобы двери автоматически захлопывались, а наоборот, чтобы они всегда были распахнуты.

Кому приходилось летом бывать на берегах наших северных мелководных озер с мягким илистым дном, тот, вероятно, обращал внимание на длинные извилистые следы, возникающие на дне во время безветренной погоды. Это ползали по илу довольно крупные двустворчатые моллюски — **беззубки.**

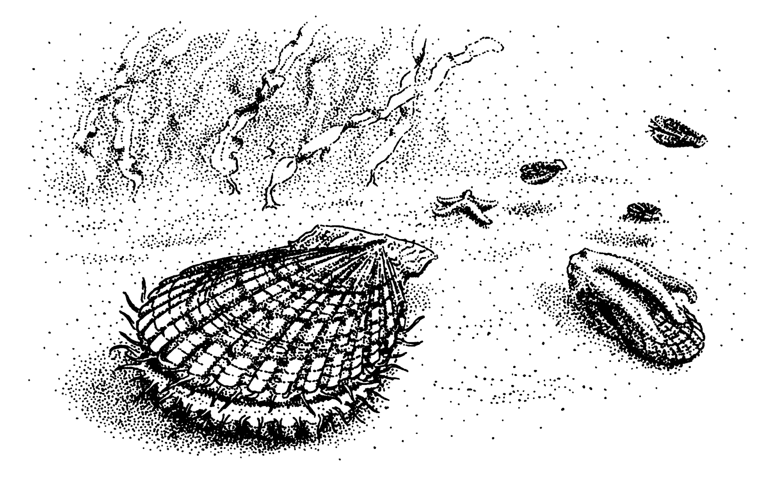

Беззубка

С беззубкой может познакомиться каждый. Все остальные двустворчатые моллюски по устройству своих раковин полностью на нее по-

хожи: у всех она состоит из двух половинок. Правда, размер раковин у разных видов варьирует от 2–3 мм до огромных полутораметровых створок гиганта тропических морей — **тридакны.**

Обычно раковина двустворчатых моллюсков всегда приоткрыта ровно настолько, чтобы вода, несущая кислород и пищу, свободно проникала в раковину или сам моллюск мог слегка выглянуть в образовавшуюся щель. Если надо, створки закрываются с помощью расположенного внутри мощного мускула. Он такой сильный, что раковину беззубки легче сломать, чем открыть, не перерезая запирающего мускула. Для открывания же створок специальных мышц нет — оно осуществляется пассивно за счет эластичных связок. Так что силу моллюску приходится применять, только чтобы закрыть створки.

Главный открыватель раковины — внутренняя связка. Когда створки закрываются, она сжимается, а как только замыкательный мускул ослабляет свои усилия, раковина приоткрывается. Процесс этот медленный, он занимает несколько минут. Дело в том, что материал, из которого «сделана» связка, далеко не первосортный. Правда, и функция ее не сложна. Только у **гребешков** пружина более совершенна, так как состоит из сократимого белка **абдукцина**, что в переводе с латыни означает «отводящий». Его упругие свойства близки к таковым резины. Отличная внутрен-



Гребешок

няя связка позволяет этим моллюскам передвигаться удивительным образом, никем из его собратьев не освоенным.

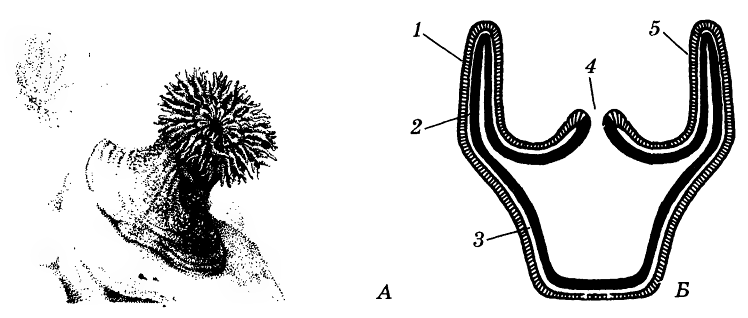
Почти все виды гребешков умеют плавать или, вернее, прыгать, используя реактивную силу воды, выталкиваемой из мантийной полости двумя мощными струями. Чтобы создать в мантийной полости достаточно высокое давление воды, моллюск быстро, до трех раз в секунду, открывает и захлопывает раковину, каждый раз делая полуметровый прыжок. При этом, как и у других двустворчатых моллюсков, захлопывает раковину мышца, а открывается она автоматически, за счет упругих свойств абдукцина.

Способность быстро передвигаться — немаловажное приобретение для гребешков. Оно не только спасает их от медлительных

морских звезд, но даже от таких опасных хищников, как осьминоги. Кроме того, используя реактивную «тягу», гребешки могут совершать дальние путешествия — летом откочевывать с мелководий в более прохладные районы океана.

КАПЛЯ КАК МЯЧИК

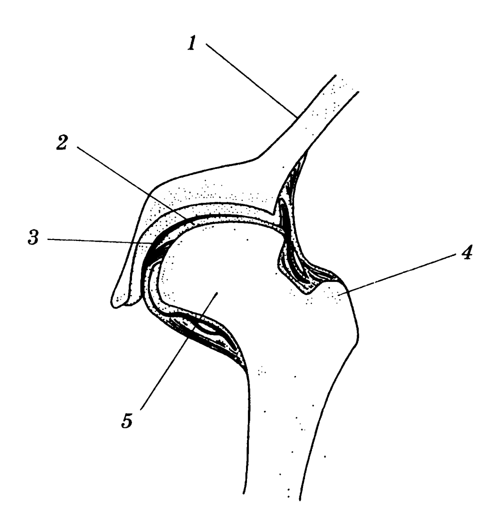
Животные широко используют вязко-упругие жидкости. В том числе **актинии**, относящиеся к числу наиболее примитивных животных. По сути, актиния — это мешочек, наполненный водой. Стенки актиний состоят из двух слоев клеток и студенистого вещества — мезоглеи, находящейся между ними. Мешок имеет лишь одно отверстие — рот — узкую щель, снабженную особым реснитчатым аппаратом. Реснички гонят воду внутрь



Актиния (А) и схема ее строения (Б): 1 — наружный слой клеток; 2 — внутренний слой клеток; 3 — мезоглея; 4 — готовое отверстие; 5 — щупальца

актинии и, создавая в ее полости небольшое (в 0,1–0,6 см водного столба) превышение давления над давлением окружающей воды, медленно растягивают вязкое тело. Быстро надуться актиния не может. Чтобы за короткий срок растянуть мезоглею, потребовалось бы создать давление во много раз большее, а это с помощью ресничек сделать невозможно. Когда реснички прекращают свое движение, актиния так же медленно приобретает свой обычный вид. Это вступают в действие упругие свойства мезоглеи, способной растягиваться и сокращаться.

Упругими жидкостями широко пользуются **позвоночные** животные и **человек**. Все су-



Строение тазобедренного сустава:
1 — подвздошная кость; 2 — хрящ;
3 — полость сустава с синовиальной жидкостью;
4 — бедренная кость; 5 — головка бедренной кости

ставные сумки заполнены у них **синовиальной жидкостью.** Она находится там для смазки. Не будь ее, суставы очень быстро бы изнашивались. Для осуществления движений в таких суставах, для преодоления возникающего в них трения потребовались бы слишком большие усилия, а сами суставы при этом быстро бы нагревались. От всех этих неприятностей и спасает нас синовиальная жидкость.

По своему составу и вязкости она сходна с плазмой крови. Кроме того, в ней находится полисахарид — вещество, имеющее очень длинные молекулы. Благодаря им синовиальная жидкость и обладает упругими свойствами. Убедиться в этом нетрудно, произведя несложный опыт.

Если на стекло капнуть водопроводную воду, а сверху поместить выпуклую линзу, придавив ее небольшим грузом, то линза окажется прижата к стеклу. Прижать линзу к стеклу в капле глицерина тоже можно, но на это придется затратить некоторое время. И все равно синовиальная жидкость не позволит прижать линзу вплотную к стеклу. Между ней и стеклом всегда будет оставаться тонюсенький слой жидкости.

Если еще помнить об особом устройстве суставов, то станет понятно, почему мы не ощущаем в них трения. Дело в том, что суставные хрящи имеют пористое строение и пропитаны синовиальной жидкостью, которая при давлении на суставы выжимается в межсуставные

щели, увеличивая толщину слоя смазывающего вещества.

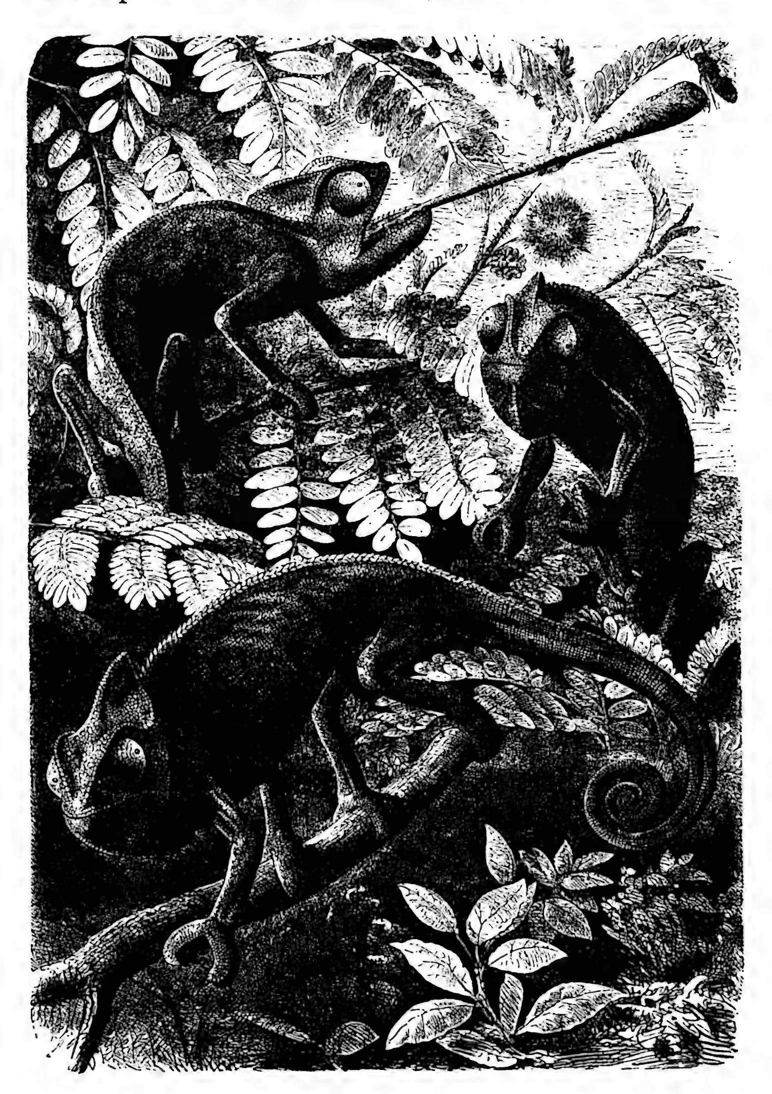
Эластичные вещества — живая резина — играют огромное значение в жизни животных и человека. Они совершенно необходимы для работы двигательных органов. Без них невозможно было бы ни быстро бегать, ни высоко прыгать, а кое-кому — и летать.

СНАЙПЕРЫ

Еще древние охотники знали, что к дичи трудно подойти вплотную, и на охоте широко использовали различные метательные «снаряды»: копья, дротики, стрелы. С подобной проблемой столкнулись и животные. Им тоже понадобились метательные снаряды.

Самым известным метательным снарядом владеют **бесхвостые амфибии.** Это их язык. Для них это основное охотничье оружие. Без него они добывать пищу не могут. Язык прикреплен во рту не задним концом, как у всех остальных животных, а передним. Работает он безотказно: **лягушка**, завидев ползущую муху, «стреляет» языком в ее сторону. Язык мгновенно пришлепывает, оглушает добычу, приклеивается к ней и почти так же быстро втягивается обратно в рот. Миг — и мухи нет. Весь процесс совершается за 6–7 сотых долей секунды. Увидеть это невозможно, слишком быстро всё происходит.

Лягушачий язык поражает дичь лишь на короткой дистанции, на расстоянии 5–10 сантиметров. Значительно дальнобойнее язык



Обыкновенный хамелеон

хамелеонов. Он может быть длиннее самого животного и помогает добывать дичь, находящуюся на расстоянии 30 сантиметров!

В обычном состоянии язык нанизан на специальный заостренный хрящ и больше всего похож на детскую игрушку — пирамидку из уменьшающихся к вершине дисков, нанизанных на общий стержень. Когда животное видит жука, оно направляет на него оба глаза, прицеливается и «выстреливает» языком. Он соскальзывает с хряща и, растягиваясь, с огромной скоростью летит в сторону объекта охоты. На кончике языка находится утолщение со слегка приплюснутым кончиком. Оно действует как вакуумная присоска, с помощью которой к стеклянным и кафельным поверхностям стен прикрепляют мыльницы и другие легкие предметы. Кроме того, на кончике языка, когда он прилип к жертве, могут вытягиваться пальцеобразные выросты, пытающиеся обхватить добычу.

И у лягушек, и у хамелеонов на конце языка не острый кончик, а ударный снаряд. Удивительная тропическая рыбка **брызгун** умеет создавать ударный снаряд из воды. Однажды одна такая рыбка чуть не сделала меня заядлым курильщиком. Ее привезли из тропиков моряки тунцеловного судна, пришедшего в Ленинград на ремонт.

Матрос, знакомящий меня с интересной рыбиной, снял с аквариума закрывающее его стекло, закурил сигарету и вновь подошел к

аквариуму. Не прошло и 3 секунд, как сигарета потухла. Матрос раскурил вторую сигарету — эффект был тот же. Только после чет-



Брызгун

вертой сигареты я заметил, что она мокрая. Оказывается, рыба гасила ее струйкой воды.

Самострел брызгуна устроен незамысловато. На нёбе у него находится неглубокая ложбинка. Когда рыба прижимает к нёбу язык, ложбинка превращается в ствол снайперской винтовки. Теперь рыбе достаточно с силой сжать жаберные крышки, как давление в ротовой полости повышается, преодолевает сопротивление кончика языка, который перекрывает канал, и струйка воды вырывается из маленького круглого отверстия в центре рта. Впереди — ударная капля. Дальность полета струи удивительная — 4–5 метров, правда, прицельная дистанция всего 1–2 метра, но дичи достаточно и на этом расстоянии. Ударная капля сбивает насекомое, мочит его крылышки, и оно падает в воду, где брызгун его подбирает. Брызгун может производить и одиночные выстрелы, и целые серии. Если крупному сбитому водой насекомому удается расправить крылья и оно пытается удержаться в воздухе, рыба продолжает обстрел и в итоге все-таки сбивает добычу.

Там, где обитают брызгуны, много светящихся жуков. Вот почему рыбка охотно стреляет в горящие сигареты. У команды судна в пути кормление брызгуна было главным развлечением. Рыбка гасила сигареты и за каждый удачный выстрел получала таракана.

Умеют «стрелять» жидким снарядом и **змеи**. Только плюются они не водой, а ядом. Их



Египетская кобра тоже умеет плеваться ядом

оружие может быть дальнобойным, но не создает ударной капли. У некоторых видов «плюющихся» змей яд разбрызгивается мелкими капельками. Змея не пытается точно попасть противнику в глаз, а поражает сразу большую площадь: и, конечно, глазам тоже достается. Попав на слизистые оболочки, яд вызывает сильную боль и быстро всасывается в кровь, убивая мелкую дичь. От врага такой способ тоже прекрасно защищает — плевок ядом в глаз способен остановить любого хищника.

Удивительным стрелком является **жук-бомбардир**. Он стреляет едкой жидкостью. Выстрел мини-пушки по силе звука почти достигает эффекта откупориваемой бутылки шампанского. Струйка жидкости, вылетаю-



Жук-бомбардир

щая из пушечного ствола, мгновенно превращается в клубочки дыма. Так же выглядели пушки на Бородинском поле и на других полях сражений в эпоху использования дымного пороха. Курьезно выглядит бомбардир, удирающий от какого-либо хищника и на ходу отстреливающийся от неприятеля.

И всё же самым надежным метательным снарядом является собственное тело стрелка. Увидев быстро передвигающееся насекомое, лягушка совершает молниеносный прыжок, но целится не туда, где в данный момент находится дичь, а прогнозирует место, где она должна оказаться в момент завершения прыжка. **Пиренейские рыси** часто охотятся на крупных птиц, но поймать шныряющую в траве дичь не пытаются. Они стараются заставить птицу взлететь и хватают ее в воздухе в высоком прыжке.

ПО СТОПАМ АПОСТОЛА ПЕТРА

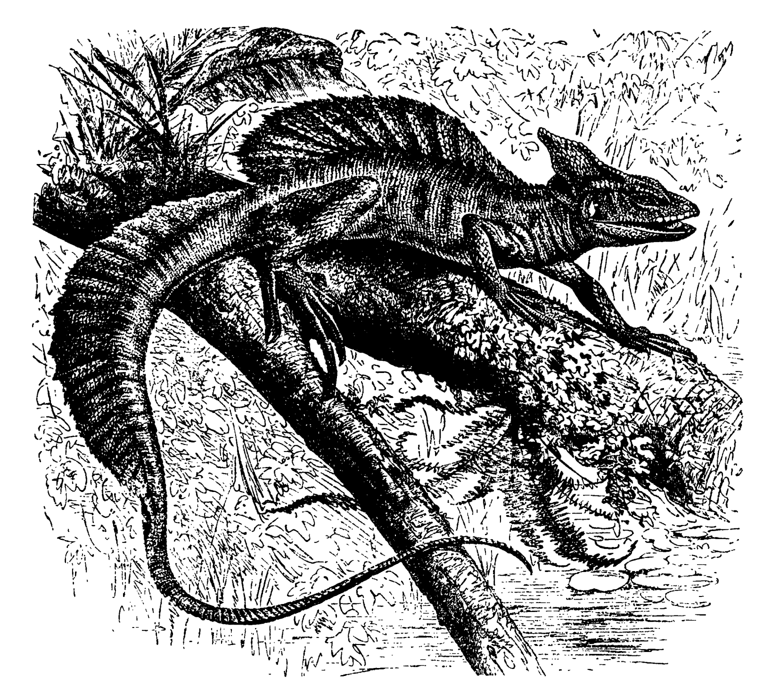
В 14 главе Евангелия от Матфея рассказано, как Иисус Христос шел к ученикам по воде. Апостол Петр тоже пошел по воде, но, утратив веру в то, что это возможно, испугался и стал тонуть.

Среди обитателей пресных (и даже морских!) водоемов есть существа, которые являются настоящими умельцами хождения по воде. Неудивительно, что на их родине в Цен-

тральной и Южной Америке несколько видов игуан, представителей рода **василисков**, называют «иисусами».

Шлемоносный и **американский василиски** — крупные существа до 80 см длиной. Живут эти древесные ящерицы по берегам мелководных рек и стариц. Устроившись где-нибудь на ветке дерева, нависающей над водоемом, и сохраняя полную неподвижность, игуана весь день подкарауливает добычу, а в случае опасности плюхается в воду.

Попав воду, василиск мгновенно выныривает и, бешено молотя по воде задними лапами,

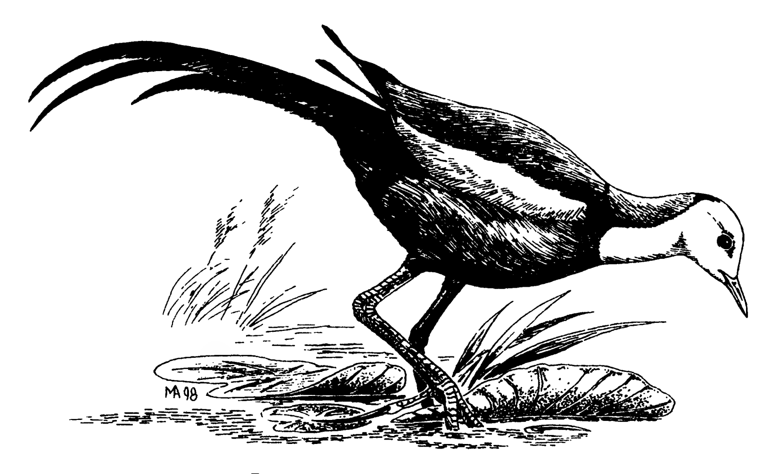


Шлемоносный василиск

пальцы которых имеют чешуйчатую оторочку, серьезно увеличивающую площадь опоры, бежит по поверхности воды, приподняв кверху хвост и прижав к груди передние лапки.

Чтобы не тонуть, василиску приходится прилагать огромные усилия. У ящерицы хватает сил разве что перебежать неширокую протоку. Однако бег по поверхности водоемов, особенно там, где они сильно заросли или замусорены, позволяет развивать более значительную скорость, чем удалось бы достичь в воде. Впрочем, если василиск и погрузится в воду, он может благополучно добраться до берега вплавь.

В отличие от игуан, для которых хождение по воде явно находится на пределе возможного, небольшие птицы **яканы**, относящиеся к отряду **куликов**, делают это совершенно непринужденно. Правда, не совсем «честно» —



Фазанохвостая якана

они ходят не по чистой воде, а по листьям водных растений. Птица прогуливается довольно быстрым шагом, не останавливаясь ни на миг и прямо на ходу склевывая что-то с листьев и с воды.

У якан длинные ноги с длиннющими пальцами, вооруженными еще более длинными когтями. Это и позволяет им гулять по плавающим листьям водных растений. Именно длинные прямые когти — главные помощники «водоходцев». Они сильно увеличивают общую площадь опоры. Поэтому птица всегда может рассчитывать на то, что опущенная на поверхность воды лапа с широко растопыренными пальцами обязательно обопрется о что-нибудь более плотное, чем вода.

Кажется, что тонкие, прогибающиеся листья не могут создать опору для относительно тяжелых птиц. Однако вода как бы прилипает к поверхности любых предметов, погруженных в нее, и перемещается вмести с ними. Поэтому в любое движение вовлекаются значительные массы воды и оказывают ему существенное сопротивление. Эту вовлекаемую в движение воду называют «присоединенной массой».

На преодоление инерции «присоединенной массы» растений приходится затрачивать значительные усилия. Бегущая по поверхности птица толкает попадающиеся ей под ноги растения с силой, в несколько раз превосходящей ее собственный вес, но все-таки значи-

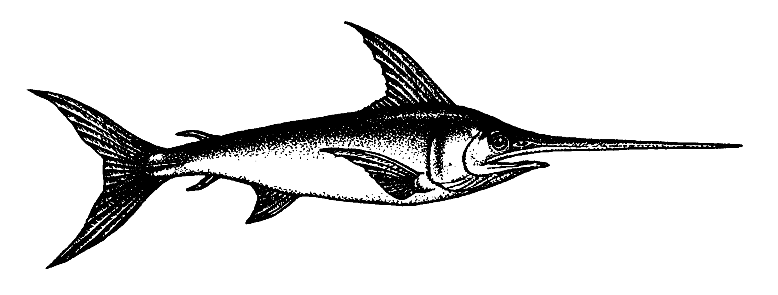
тельно меньшей, чем необходимо для мгновенного преодоления инерции «присоединенной массы».

Передвижению по поверхности воды можно научиться. Ствол свежесрубленного дерева, сплавляемого по таежной реке, не выдержит тяжести взрослого человека, но «присоединенная масса» бревна такова, что позволяет человеку перейти, вернее перебежать, не задерживаясь ни на секунду, по плывущим бревнам на противоположный берег реки. Некоторые профессиональные сплавщики леса владеют этим искусством в совершенстве.

По наплавным мостам из досок или бревен во время войны переплавлялись через реки грузовые машины. Порожний грузовик по наплавному мосту из связанных толстых досок способен пересечь любую реку при условии, что будет двигаться со скоростью не менее 40 км/ч.

ЗАГАДКИ МЕЧ-РЫБЫ

Меч-рыба — родственница скумбриевых рыб. У нее беззубый рот, зато она вооружена острым костяным мечом — уплощенным продолжением верхней челюсти. Меч имеет внушительные размеры, составляя до трети длины всей рыбы. Учитывая, что эта крупная рыба беззуба, зоологи считают, что меч предназначен для обороны и используется во вре-



Меч-рыба

мя охоты. Рыбина — заядлая хищница, истребляющая не только мелких и средних по величине рыб, но и крупных тунцов, а иногда нападающая даже на акул.

Нужен ли меч для охоты? Большинство зоологов считает, что нужен. Действительно, врываясь в стаю рыб, морской охотник нередко пронзает своим мечом тело одной из них. Правда, еще не известно, делает ли охотница это специально или натыкается на добычу случайно. Не будем гадать, как это происходит на самом деле. Лучше попробуем представить себе, как потом добыча, наколотая копьем меч-рыбы, попадает в рот рыболову. Признаться, я нигде не встречал толкового описания этого процесса. Зато сообщения о встречах меч-рыбы с нанизанной на ее копье и прочно закрепившейся там добычей, мне попадались. Я ничуть не сомневаюсь в том, что удивительная рыба активно пользуется во время охоты своим мечом. Раз есть меч, странно было бы о нем забывать. Однако я не думаю, что природа созда-

ла его лишь затем, чтобы обеспечить рыбине сытую жизнь.

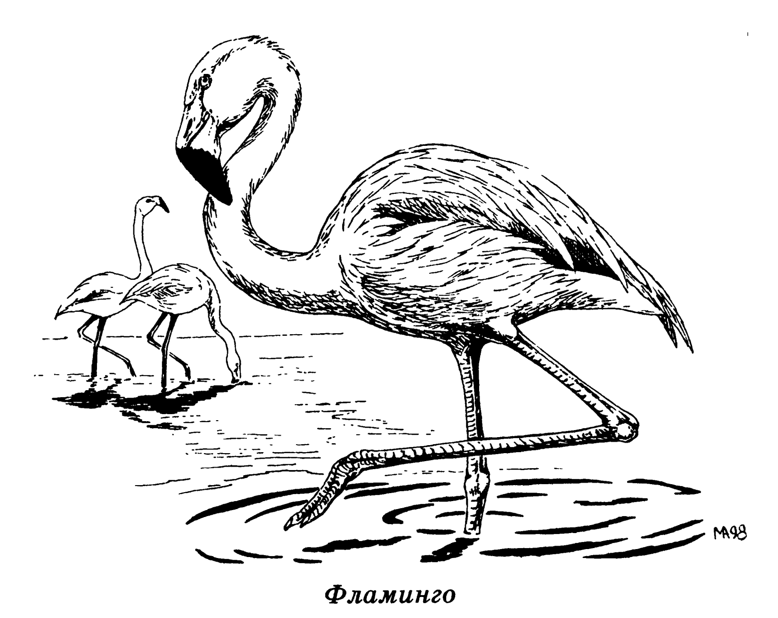
Давайте подумаем вместе, для чего еще могло бы пригодиться это «украшение» ее хозяйке. Или подойдем к решению этого вопроса с другой стороны: чем, кроме меча, отличается меч-рыба от других крупных рыб океана? Если у нашего объекта исследования есть какая-то другая особенность, то, может быть, она как-то связана с мечом?

Меч-рыба относится к самым быстроходным существам Земли. Она развивает скорость до 130 км/ч, то есть плывет быстрее, чем летают птицы и бегают четвероногие звери. Как это ей удается? Ведь вода достаточно плотное вещество. Чтобы быстро плыть, воду приходится расталкивать, а это труд не из легких, подводные лодки такую скорость не развивают.

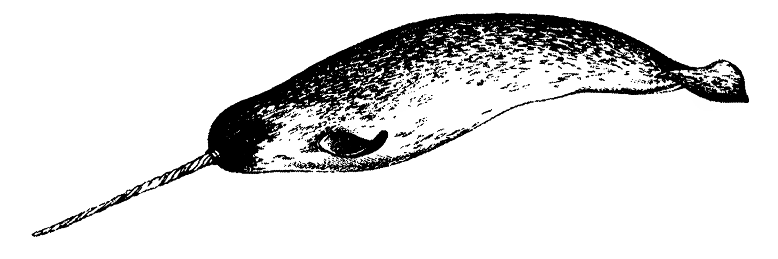
Наверное, каждому из читателей приходилось бегать по мелководью. Если вода доходит до щиколотки, бежать становится трудновато. Если до середины голени — трудно, а если до колена и выше, тут уж, пожалуй, не побежишь. А случалось ли вам видеть, как ходят по мелководью длинноногие птицы, такие как **цапли** или **фламинго**? Когда птицы бродят в пруду, они не тянут по воде свои ноги. Делая каждый очередной шаг, цапли каждый раз полностью вытаскивают свою ногу из воды и даже пальцы при этом складывают, чтобы они меньше мешали ее вытаскивать, и сделав над

водой шаг, снова опускают ногу в воду. Вот каково сопротивление воды — оно делает трудной даже ходьбу, а меч-рыба обгоняет наземных животных, которые передвигаются в воздушной среде, не оказывающей такого сильного сопротивления их движению. Может быть, именно меч помогает рыбе так быстро передвигаться?

При движении в воде любого объекта, в том числе рыбы, вода как бы прилипает к ее телу и тянется за ним. Процесс движения слоев воды очень напоминает то, как стягивается, выворачиваясь наизнанку, чулок с ноги. При этом пограничный слой, непосредственно соприкасающийся с рыбой, движется вместе с ней. Второй слой понемножку отстает от ры-



Фламинго



Нарвал

бы, следующий — отстает сильнее и так далее. За пределами этих слоев вода уже не вовлекается в движение рыбы. Представляете, какую тяжесть тянет за собой плывущее существо и как это снижает его скорость!

Когда двигающиеся слои воды достигают рыбьего хвоста и стягиваются с тела рыбы, они продолжают еще некоторое время тянуться за ней, вызывая мощные завихрения воды. Давление в них падает, и это тоже тянет рыбу назад, еще сильнее уменьшая ее скорость.

Ученые предполагают, что рыбий меч, как и трехметровый бивень нарвала, торчащий из головы этого небольшого северного кита, служит им генераторами вихрей, разрушающих пограничный слой. По мере движения животного вихри переходят с меча или бивня на тело самого животного и там тоже разрушают пограничные слои воды. Теперь они не сдерживают пловца. Сопротивление воды резко сокращается, что позволяет животным развивать, казалось бы, немыслимую в воде скорость.

КТО ИЗОБРЕЛ КОЛЕСО?

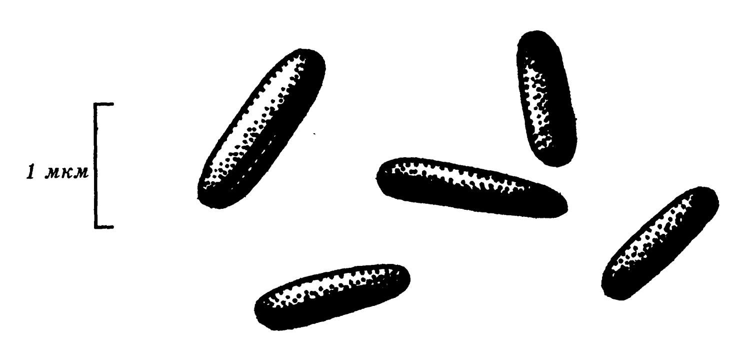
Величайшим изобретением человечества, обеспечившим его развитие на протяжении последних десяти тысячелетий, было создание колеса. Эта деталь нам кажется сегодня простой. Она встречается у большинства транспортных средств, в станках и других механизмах. Однако додуматься до использования колеса было не просто. Например, весьма технологически развитые цивилизации доколумбовой Америки изобрести колесо так и не смогли (или не успели, в данном случае это неважно).

Двадцатый век был для человечества эпохой бурного развития науки и техники. Создавая новые приборы и механизмы, ученые частенько с величайшим изумлением обнаруживали, что заложенные в них принципы давным-давно используются живыми организмами. Создавалось впечатление, что во всём, буквально во всём природа опередила людей. Только с изобретением колеса ей не повезло. Но, как мы теперь знаем, дело вовсе не в недогадливости природы. Просто вращающийся орган невозможно снабжать кровью. Кроме того, нужно признать, что ученые всё же ошиблись. Природа изобрела и колесо. Точнее, вращающуюся ось — самую главную деталь колеса.

Многие микроорганизмы способны передвигаться. Одни из них ползают, другие плавают с помощью длинных жгутиков или коро-

теньких **ресничек**. При изучении микроорганизмов ученые заметили, что движения жгутиков напоминают движения рыбьего хвоста. Позже оказалось, что у некоторых микроорганизмов жгутики совершают вращательные движения, напоминающие работу корабельного винта. В этом вначале не увидели ничего удивительного. Взяв в руку веревку, можно заставить ее кончик совершать круговое движение, но при этом ни конец веревки, зажатый в руке, ни тем более сама рука вращаться вокруг своей оси не будут. Так ученые и объяснили увиденное, но действительность оказалась сложнее и удивительнее.

Лучше всего работа жгутиков изучена у **сальмонелл** — болезнетворных микроорганизмов, вызывающих у человека и животных брюшной тиф и другие желудочно-кишечные заболевания. Сальмонеллы — небольшие палочкообразные **бактерии**. На их теле может находиться до 20 жгутиков, из которых активно работают обычно 6-7.

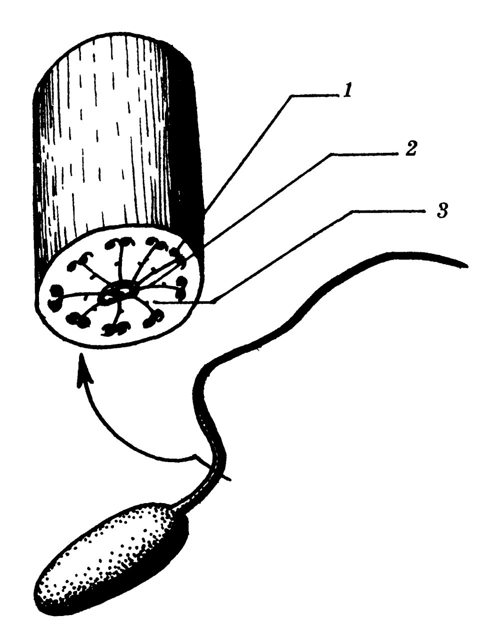


Сальмонеллы при небольшом увеличении

Несмотря на свои микроскопические размеры, жгутики имеют достаточно сложное строение. Характерной особенностью их внешнего вида является «крючок», изгиб жгутика недалеко от места его прикрепления.

Самая важная часть жгутика — его основание. Оно находится в толще **клеточной мембраны** сальмонеллы, которая, как и все мембраны, состоит из наружного и внутреннего слоев.

У основания жгутика, извлеченного из мембраны, удается рассмотреть два надетых на него кольца. Когда жгутик находится на своем законном месте, одно из колец погружено в



Строение жгутика:
1 — микротрубочки; 2 — «спица»;
3 — продольные тяжи

толщу внутреннего слоя мембраны, второе располагается снаружи от него. Чуть дальше на жгутик надета втулка. Ей полагается быть вмонтированной в наружный слой мембраны.

Мотор, приводящий жгутик в движение, находится во внутреннем слое. Два кольца, находящиеся у основания жгутика, — это ротор, то есть вращающаяся деталь двигателя. Что заставляет ротор вращаться, выяснить пока не удалось.

Благодаря изгибу жгутика, его кончик совершает широкое вращательное движение. Он может двигаться по часовой стрелке или в обратном направлении, приостанавливать вращение и вновь возобновлять работу. Скорость его вращения не велика — 15 оборотов в минуту, но вполне достаточная, чтобы вызвать поступательное движение бактерии.

Выходит, колесо изобрела природа, опередив человечество не меньше чем на миллиард лет!

СЕКРЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



СЕКРЕТЫ ВОДЫ

О существовании **тяжелой воды** ученые узнали сравнительно недавно. Около 100 лет назад американский ученый Юри обнаружил, что, кроме обычного водорода, существует еще значительно более тяжелый водород, атомы которого в два раза тяжелее нормальных. Это так поразило ученых, что новому водороду присвоили название дейтерия, словно это был не водород, а совсем другое вещество.

Как известно, молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Когда в ее состав входят атомы тяжелого водорода, образуется тяжелая вода. Позже выяснилось, что существует еще более тяжелый водород, названный тритием, и два вида тяжелого кислорода. Из разных комбинаций атомов этих веществ и строятся молекулы воды. Поэтому любая вода представляет собой смесь 18 различных соединений, 17 из которых являются разновидностями тяжелой воды.

В нормальной воде примесь тяжелой ничтожно мала. Молекул с самым тяжелым кислородом встречается 1000 на миллион, а с дейтерием — 200 на миллион обычных молекул. Выделять тяжелую воду в чистом виде научились только перед Второй мировой войной.

Что же представляет собой тяжелая вода? Лучше всего изучена вода, содержащая

дейтерий. По цвету, запаху, вкусу она ничем не отличается от обычной воды, но совершенно непригодна для живых организмов. Вот как неожиданно воскресли народные сказки о живой и мертвой воде. Тяжелая вода в самом прямом смысле этого слова оказалась мертвой. Она неспособна поддерживать жизнь.

Семена растений, помещенные в тяжелую воду, не прорастают. **Рыбы, одноклеточные** животные и даже бактерии в тяжелой воде быстро погибали. **Мыши и крысы**, которых поили тяжелой водой, жили недолго. Если им давали разбавленную тяжелую воду, они оставались живы, но испытывали страшную жажду. Тяжелая вода всюду сеяла смерть. Возникла даже теория, объясняющая старение организмов накоплением тяжелой воды, но убедительных доказательств такого предположения пока никто не представил.

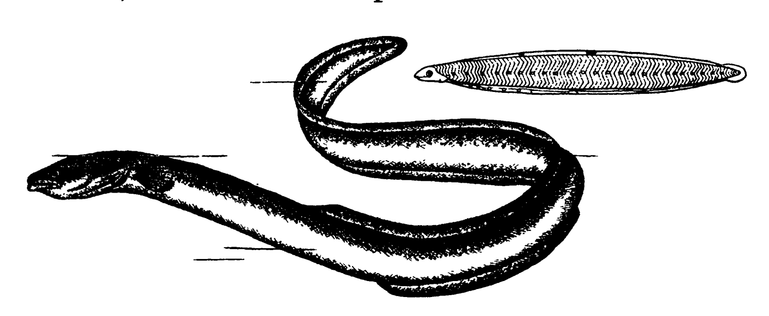
А не вредна ли для нас примесь тяжелой воды, которая всегда содержится в нормальной? Видимо, нет. В очень небольших количествах она, скорее всего, даже полезна, так как усиливает жизненно важные процессы, зато в больших — замедляет их. Тяжелая вода сама по себе не является ядом. Гибельным, видимо, оказывается сильное замедление жизненно важных процессов, наступающее при замене обычной воды на тяжелую.

ПЬЮТ ЛИ РЫБЫ?

Как вы думаете, пьют ли **рыбы**? Я уже вижу вашу улыбку. Ведь стоит рыбе открыть рот, и он полон воды. А вместе с пищей неизбежно, хочет того рыба или нет, известное количество воды попадает в желудок. Достаточно ли ее? Испытывают ли рыбы жажду? На эти вопросы ответит этот рассказ.

Современные рыбы освоили практически все природные водоемы Земли. Однако каждый вид рыб способен жить только в привычных для себя условиях. Переходить из пресной воды в соленую и обратно без существенного вреда для здоровья могут очень немногие. Виртуозами в этой области можно считать **угрей**. Детство они проводят в соленой воде, затем переходят в пресную, а в конце жизни, когда наступает пора размножения, снова выходят в море.

Однако если обычная пресноводная или морская рыба попытается сменить среду обитания, она очень быстро погибнет. Что же ме-



Речной угорь и его личинка

шает рыбам свободно переходить из пресной воды в соленую и обратно? Кожные покровы, покровы полости рта, жабр и других частей тела, а так же оболочки отдельных клеток всех органов и тканей рыб проницаемы для воды. Она свободно сквозь них просачивается, а для солей и большинства других веществ эти оболочки непроницаемы.

Куда же будет просачиваться вода: из водоема в тело рыбы или из рыбы в водоем? Процессом диффузии управляет **осмотическое давление** растворов, которое создается растворенными в ней веществами. Чем их больше растворено в воде, тем выше осмотическое давление такого раствора и тем сильнее раствор всасывает в себя воду.

В пресной воде осмотическое давление практически равно нулю, а в крови и в тканевых жидкостях рыб много солей и белковых веществ. Они создают осмотическое давление, равное 6–10 атмосферам. С такой силой организм пресноводных рыб всасывает воду из водоема. Если бы у них не существовало приспособлений для быстрого выведения из организма излишков воды, они бы разбухли и просто лопнули. Таким образом, у пресноводных рыб никогда не возникает потребность пить воду. Им главное — избавиться от ее излишков.

Другое дело — морские рыбы. В морской воде солей гораздо больше, чем в тканях рыб. Осмотическое давление морской воды равно

32 атмосферам, тогда как в организме морских рыб оно достигает всего 10–15 атмосфер. Поэтому ненасытный океан с жадностью высасывает воду из их тел. Возникает на первый взгляд парадоксальное явление: морская вода «подсушивает» плавающих в ней рыб. Неудивительно, что они постоянно испытывают жажду.

Не всем морским рыбам приходится пить воду. Самые древние из них, **акулы и скаты**, иначе приспособились к жизни в соленой воде. Они научились сохранять в крови довольно вредное вещество — **мочевину**, от которой все другие животные спешат как можно быстрее избавиться. Для этого им пришлось одеть жабры в специальную оболочку, непроницаемую для мочевины. В результате осмотическое давление крови акул и скатов значительно выше, чем морской воды. Их тела, как и у пресноводных рыб, сосут воду из океана, поэтому акулы и скаты озабочены только тем, как от нее избавиться.

Этот же принцип позаимствовали у акул и **лягушки-крабоеды**. Из всех амфибий они одни приспособились к жизни в соленой воде. Правда, икру эти лягушки по-прежнему мечут в пресную воду, но когда лягушата подрастут, они переселяются к морскому побережью, где питаются крабами и мелкими рачками. Как и акулы, лягушки сохраняют в крови мочевину, но делают этот произвольно: прежде чем перейти в морскую воду, запаса-

ются мочевиной, а когда уходят в пресную — освобождаются от ее избытка. Поэтому, где бы они ни жили, этим лягушкам, как и остальным их сородичам, нет необходимости пить воду.

БЕЛКИ

Речь здесь пойдет не о бе́лках — забавных зверьках с пушистым хвостиком, а о **белка́х** — особых веществах, без которых немыслима жизнь ни одного организма на Земле.

Название «белок» было впервые дано веществу птичьих яиц, свертывающемуся при нагревании в белую нерастворимую массу. Затем этот термин был распространен и на другие вещества с подобными свойствами, встречающиеся в разных тканях и жидкостях растений и животных. Позже датские ученые предложили называть белки «**протеинами**» (от греческого «протос» — первый, главный), подчеркивая важность этих веществ для жизни.

Известный философ XIX века **Ф. Энгельс** в свое время дал очень удачное определение понятию **«жизнь»**: «Жизнь — есть способ существования белковых тел...». И хотя сегодня определение Энгельса не вполне удовлетворяет ученых, роль белка он не переоценил. Белки являются важнейшей составной частью клеток любого живого организма, и им при-

надлежит решающая роль во всех процессах жизнедеятельности.

Белки — одни из самых сложных органических веществ, хотя состоят они из относительно небольшого числа химических элементов: углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Кроме того, иногда в состав белков входят фосфор и некоторые металлы. Молекула любого белка — это полимер, представляющий собой цепь из десятков и сотен более простых соединений — **аминокислот**. Ученым удалось не только расшифровать последовательность аминокислот в цепочках очень многих белков, но и синтезировать множество белков, как тех, что встречаются в живых организмах, так и тех, которых, по-видимому, никогда раньше не существовало — просто таких комбинаций аминокислот ни одни организм не использовал.

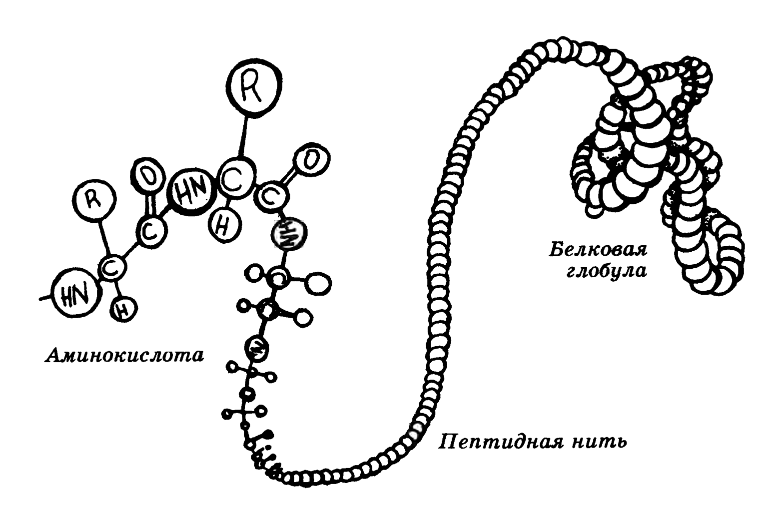
Сами аминокислоты соединяются между собой не как попало, а строго определенным образом. Если нарисовать молекулу белка, она будет похожа на нитку бус, в которой бусинками будут как раз аминокислоты. Белки живых организмов построены приблизительно из 20 видов аминокислот, хотя искусственно можно получить гораздо больше их разновидностей. Последовательность аминокислот в молекулах белков закодирована в **ДНК**. Каждый участок ДНК, кодирующий один белок, называется **геном**.

В клетках белки синтезируются на **рибосомах**, о которых вы уже читали (см. с. 66).

Для этого с «инструкции», зашифрованной в ДНК, снимается «копия» в виде молекулы **информационной РНК** (рибонуклеиновой кислоты). Обычно одна И-РНК копирует один ген. В точном соответствии с «инструкцией», переписанной на И-РНК, рибосомы подбирают аминокислоты и соединяют их в цепочку. В результате получается молекула белка.

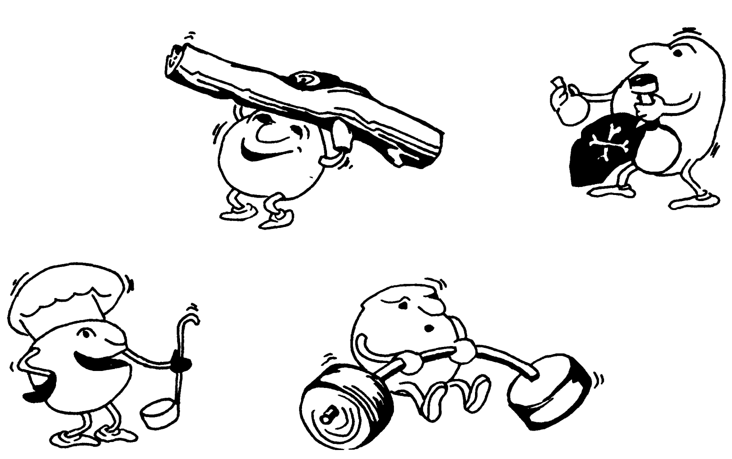
На самом деле, процесс синтеза белка еще не закончен: цепочка должна еще принять свою окончательную, рабочую форму: клубочка или палочки или еще какую-то. Для этого отдельные участки цепочки сначала сворачиваются в спираль или подобие гармошки, а эти спирали и гармошки укладываются в виде эллипсоидного микроскопического комочка или палочки.

Так выглядят белковые молекулы, состоящие из одной аминокислотной цепи. Но бы-



вает и так, что белковая молекула состоит из нескольких цепей. В этом случае комочки и палочки собираются по нескольку штук, образуя еще более сложные молекулы.

Белки служат главным строительным материалом организма. Они участвуют в формировании клеточных оболочек, цитоплазмы, клеточных ядер и органелл. Многие белки являются **ферментами** — ускорителями химических реакций, обеспечивающими протекание обмена веществ, и **гормонами** — регуляторами функций организма. Многие **яды** биологического происхождения, и **иммуноглобулины**, защищающие организм от ядов и микроорганизмов, имеют белковую природу. Белки входят в состав опорных тканей (костей и сухожилий) и мышц. Благодаря сократительным белкам — **актину** и **миозину** — мышцы способны сокращаться (см. с. 288). Ну



Какие только функции ни выполняют белки!

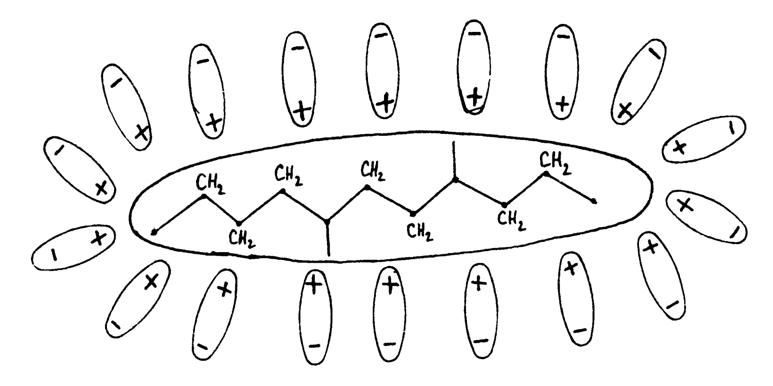
и, наконец, белки могут использоваться как источники энергии, хотя эта их функция не уникальна — расщепляться с выделением энергии могут и углеводы, и жиры. А вот, скажем, «работать» ферментами углеводы и жиры не умеют.

ПОД ПРЕССОМ

Про обитателей глубин океана можно сказать, что они находятся под прессом чудовищной силы. Но, несмотря на огромное давление в их клетках, жизнь в океанской бездне оказалась возможной. Это значит, в частности, что у тамошних обитателей идут химические реакции, ускоряемые **ферментами.**

До недавнего времени ученые не могли дать вразумительный ответ на вопрос, как под действием высокого давления изменяется ход биохимических процессов и чем отличаются биохимические процессы глубоководных организмов от обитателей мелководий.

Было известно лишь общее правило: если под воздействием изменившегося давления объем увеличивается, скорость реакций уменьшается. И наоборот, если при сохранении массы объем уменьшается, скорость химических реакций возрастает. Ну а если изменение давления не отражается на объеме, скорость биохимических реакций остается прежней.



Молекула органического вещества в «футляре» молекул воды

Кажется, что на основе этой закономерности можно заранее предсказать скорость протекания биохимических реакций на любой глубине. Однако всё значительно сложнее. Дело в том, что во внутриклеточных жидкостях большинство молекул органических веществ не просто перемешаны с молекулами воды, а заключены в водный «футляр». При этом они как бы становятся центрами льдообразования. Молекулы воды укладываются на их поверхности в несколько слоев в строго определенном порядке. Эта оболочка не препятствует химическим реакциям, но при их протекании разрушается, а вокруг молекул новых веществ создаются новые футляры, по форме и размеру точно им соответствующие.

При построении футляров молекулы воды очень точно подгоняются друг к другу и укладываются самым рациональным образом, а

поэтому занимают несколько меньший объем, чем то же количество молекул, когда они «свалены в кучу». Поэтому создание большого числа футляров или их разрушение приводит к изменению объема внутриклеточных жидкостей и в конечном итоге к изменению объема клеток. Кроме того, в процессе обычного обмена образуются новые вещества, а они могут иметь несколько больший или, наоборот, несколько меньший объем, чем исходные продукты. Это еще одна причина для изменения объема клетки.

Объем внутриклеточных жидкостей особенно тесно связан с **белками.** Обычно аминокислотные цепи белковых молекул, закрученные в тугой жгут или образующие компактную «гармошку», упакованы так плотно, что «выжимают» из себя молекулы воды. В процессе происходящих с молекулами белков преобразований аминокислотные цепи становятся доступными для образования вокруг них водной оболочки. При этом меняется плотность упаковки белковых молекул, а следовательно и их объем, и значительно увеличивается количество молекул воды, участвующих в создании футляра.

Сходные процессы происходят при формировании длинных молекул: места контактов стыкующихся молекул теряют водную оболочку, а освободившиеся молекулы воды поступают в общий клеточный фонд. Таким образом, постоянно, каждую минуту, каждую

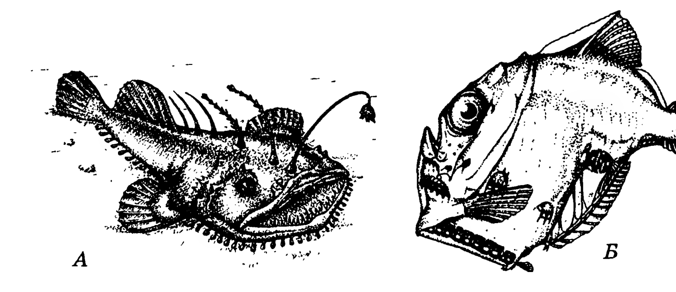
секунду объем всех без исключения клеток живых существ меняется.

Незначительные изменения скорости химических процессов, которые при этом происходят, не были бы для организма чреваты неприятными последствиями, если бы одинаково сказывались на всех биохимических процессах и не вызывали бы дисбаланса. Однако может случиться (и действительно беспрерывно случается), что создание сложных веществ происходит нормально, а синтез необходимых для этого блоков существенно отстает или блоков заготавливается гораздо больше, чем нужно. В результате внутриклеточное пространство может оказаться «замусоренным» различными ненужными веществами.

Чтобы понять, что потребовалось морским организмам, чтобы они могли жить на больших глубинах, нужно познакомиться с тем, как изменились их белковые молекулы. Ведь белки — основа живых организмов.

Об этом известно немного. Очевидно лишь, что все изменения в молекулах белков служат одной цели: по возможности свести на нет опасность изменения внутриклеточного объема в процессе протекания биохимических реакций, в которых они участвуют.

Давно замечено, что при повышении давления страдает синтез белков, нарушается их сборка из отдельных «строительных» блоков. Это в первую очередь касается **ферментов** — ускорителей химических реакций. Для мел-



Глубоководные рыбы: А — удильщик морской чёрт; Б — стерноптикс, или рыба-топорик

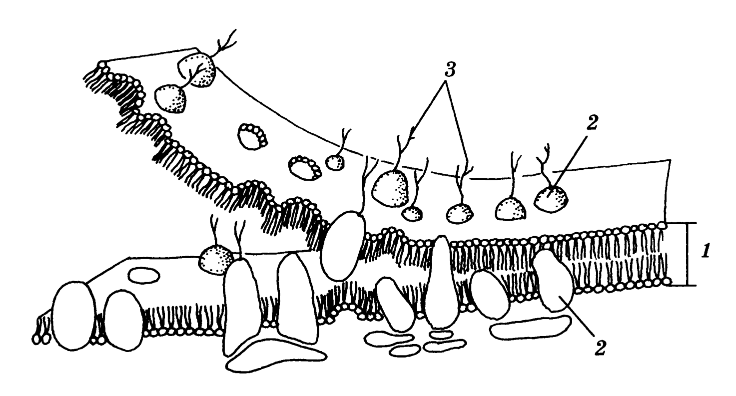
ководных животных это главное препятствие, не позволяющее им приспособиться к жизни в более глубоководных районах. При высоком давлении естественный распад ферментов значительно преобладает над процессами сборки, в итоге осуществлять ферментативные реакции становится просто некому.

Когда побывавших под «прессом» мелководных рыб возвращают в условия привычного для них давления, ферменты восстанавливают свою активность. Видимо, они монтируются скоростными методами из обломков разрушенных молекул.

Почему же ферменты глубоководных рыб не «крошатся» под прессом высокого давления? Оказывается, глубоководные рыбы пользуются простыми монолитными белками, которые не распадаются на блоки. Прочные белки, способные выносить значительное давление, существуют даже у жителей мелководий. Например, белок мышечных волокон — **актин.** Без него сокращение мышц, а значит, и активное передви-

жение в пространстве было бы невозможным. Животные вынуждены пользоваться высокопрочными сократительными белками. Иначе даже кратковременный визит в бездну мог бы обернуться катастрофой.

Высокое давление способно воздействовать и на жироподобные вещества — **липиды**, входящие в состав всех клеток организма и выполняющие важную роль в их мембранах. Для того чтобы липидная оболочка успешно выполняла свои функции, она должна находиться в жидкокристаллическом состоянии. Однако при понижении температуры или при повышении давления липиды твердеют. А так как на больших глубинах живые организмы встречаются сразу с обоими этими факторами, их совместное действие усиливается. Чтобы предохранить липиды от затвердевания, у **глубоководных рыб** и **ракообразных** для по-



Строение клеточной мембраны:
1 — двойной слой фосфолипидов; 2 — белки;
3 — углеводы, связанные с белками

строения клеточных оболочек используются особые липиды, которые «плавятся» уже при температуре +2 °С и не твердеют даже при давлении в 150–200 атмосфер.

Вот почему, прежде чем переселиться в океанскую бездну, животные должны были произвести полную биохимическую реконструкцию своего организма. Судя по тому, что среди подданных Посейдона нашлось немало подобных животных, ничего необычного в этом нет: к чему только ни приходилось приспосабливаться обитателям нашей планеты!

ОПРАВДАННЫЙ КОНСЕРВАТИЗМ

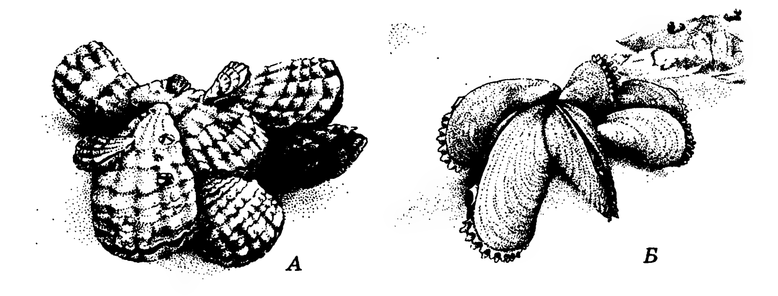
Для благополучной жизни необходимо иметь запасы. Организм животных и человека в первую очередь запасает энергоносители — вещества, при распаде отдающие химическую энергию, которая может использоваться для синтеза различных веществ, преобразовываться в механическую, обеспечивая работу мышц, или в тепловую, не давая организму замерзнуть.

Обычно для удобства долгосрочного хранения углеводы и белки пищи перерабатываются в **жир**. Кроме жира, клетки организма запасают на текущие расходы сравнительно небольшие количества полисахарида **гликогена**. Только в **мышечных клетках** и в **печени** его запасы бывают чуть-чуть более значительными.

Необходимость иметь гликоген связана с тем, что жир не годится для экстренного использования. На его извлечение из жировых депо уходит много времени, кроме того, жир сложно транспортировать к месту назначения. Поэтому жир откладывается для длительного хранения, а в качестве краткосрочного энергоносителя используется гликоген. Он тоже не может переноситься кровью и не способен проходить сквозь клеточные оболочки — слишком крупны его молекулы, но зато гликоген быстро разлагается до **глюкозы**, а этот простейший сахар, всегда присутствующий в крови, легко проникает в любые клетки. Когда работа каких-нибудь органов усиливается и на нее тратится больше глюкозы, в печени начинается разрушение гликогена и в кровь поступают новые порции горючего.

Зачем тогда вообще запасать жир, почему бы не хранить все запасы в виде гликогена? А дело в том, что жир экономичнее: из одного грамма жира высвобождается в два раза больше энергии, чем из того же количества гликогена. Так что запасы жира компактнее, а главное легче, чем гликоген.

Вторая причина, по которой создавать большие запасы резервного гликогена нецелесообразно, — специфические особенности его хранения. Для того чтобы он мог оставаться в организме, необходимы значительные количества воды. В результате запас одного и того же количества энергии в виде гликогена будет ве-



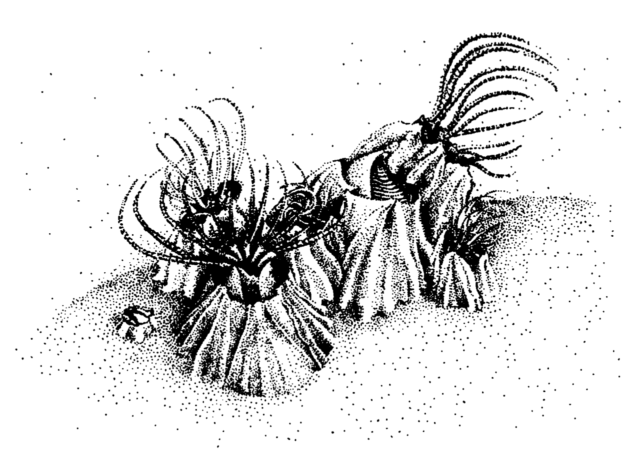
Морские донные моллюски:
А — устрицы; Б — мидии

сить в 10 раз больше запасов в виде жира. Такое могут позволить себе лишь **моллюски,** ползающие по дну или ведущие прикрепленный образ жизни, и некоторые другие животные, обитающие на дне океанов. Моллюскам, ведущим неподвижный образ жизни, значительное увеличение веса не приносит никаких неудобств, а воды, необходимой для удержания гликогена, вокруг сколько угодно. Поэтому моллюски способны очень быстро набирать вес.

Делать запасы гликогена выгодно всем донным животным. Жир легче воды, и, скапливаясь в организме в больших количествах, он резко увеличивает его плавучесть, и тело неудержимо тянет вверх, к поверхности. Жирным существам постоянно грозит перспектива оторваться от грунта и оказаться на поверхности воды. Борьба с этим бедствием потребовала бы от животных серьезных усилий или искусственного увеличения веса. При запасании гликогена подобных проблем не возникает.

Кроме того, гликоген помогает животным переносить кислородное голодание. Моллюски и раковинные **ракообразные** при малейшей опасности сжимают створки своего дома и дышат в это время за счет мизерного запаса кислорода, оставшегося в раковине. Эти животные, ведущие прикрепленный образ жизни, нередко поселяются у поверхности воды. Во время отлива, а он может продолжаться более 10 часов, им приходится сидеть с накрепко закрытыми дверями.

Вот тут-то их и выручает гликоген. Он способен расщепляться без помощи кислорода, высвобождая при этом часть заключенной в нем химической энергии, и дает возможность некоторое время задерживать дыхание. Вот почему у морских животных, вынужденных много времени проводить под водой, его оперативные запасы значительны.

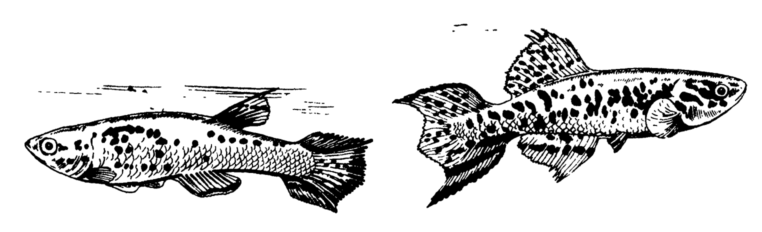


Раковинный усоногий рачок балянус

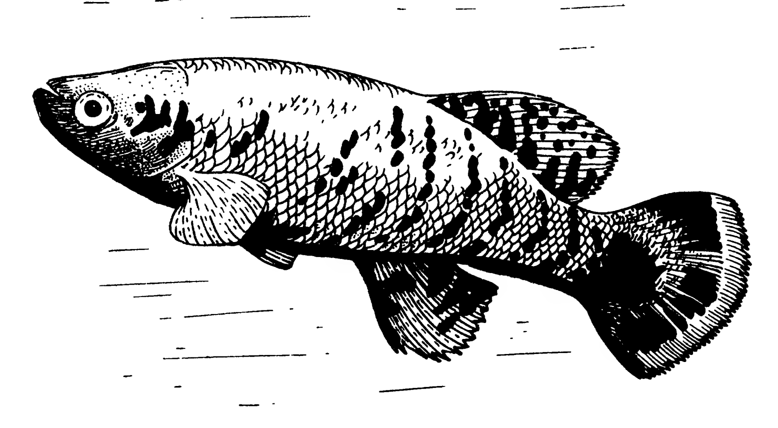
Двустворчатые моллюски, запасающие химическую энергию главным образом в виде гликогена, во время длительных пауз в поступлении кислорода, существуют за счет анаэробного (бескислородного) способа высвобождения энергии и к концу отлива серьезно худеют: ведь гликоген распадается и воду, которая была нужна для его хранения, приходится выводить. Однако во время прилива моллюски возобновляют энергетические запасы, а заодно накапливают воду и быстро полнеют, восстанавливая свой первоначальный вес.

РЫБЫ — ЛЮБИТЕЛИ ЗАСУХИ

Земля — планета воды, и многие обитатели Земли живут в воде. Есть на Земле и пустыни, где годами не выпадает ни капли дождя и нет никаких источников воды. Там, конечно, могут жить лишь засухоустойчивые организмы. Но вот парадокс: самые засухоустойчивые организмы обитают в болотах, озерах и реках. Дело в том, что каждое болото и озеро хоть раз в сто лет может пересохнуть.

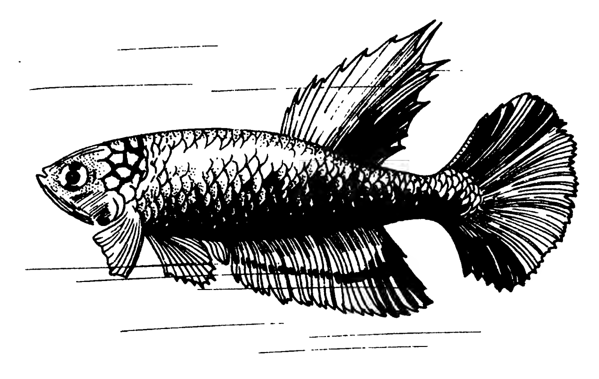


Афиосемионы



Нотобранх Гюнтера

В некоторых водоемах засуха ежегодно уничтожает всех взрослых **рыб**, а они продолжают жить в них. Таковы, например, **афиосемионы** и другие рыбы, обитающие в Африке в пересыхающих болотах, озерцах или даже в... дуплах деревьев. Небольшие рыбки, например, **гюнтеров нотобранх** свою **икру** откладывает в торф, а **золотистый афиосемион** — в песок.



Цинолебия

Так же поступают **рыбы-собаки цинолебии** и **парус-рыба птеролебия.** Отец и мать вместе роют ямку в мягком грунте дна водоема. Встав плечом к плечу, рыбки энергично тыкаются мордочками в грунт. Родители чрезвычайно предусмотрительны и в каждую ямку откладывают только одну икринку. Если она погибнет, это никак не отразится на остальной икре. Находясь в «карантинном изоляторе», икринки не могут заразиться гнилостными бактериями друг от друга.

За сезон родителям приходится соорудить до 200 детских комнаток-колыбелек. Вокруг липкой икринки, после того как она окажется в грунте, из ила и песка образуется твердая оболочка, придающая колыбелькам повышенную прочность. Когда водоем высохнет, по ямкам может пройти человек, а возможно, и слон, но икринки не будут раздавлены.

Для развития этим икринкам необходимо охлаждение и ВЫСУШИВАНИЕ. Рыбья икра должна оказаться выше грунтовых вод и находиться в таком состоянии от полутора месяцев до полугода. Икре этих однолетних рыб не страшно и более длительное обезвоживание. В таком виде она может выдержать пересылку обычной почтой и не теряет при этом своей «всхожести».

Икра однолетних рыб в своем развитии проходит три стадии. Только что отложенная икринка вступает в покоящуюся стадию. Толчок к следующей стадии развития дает подсу-

шивание и охлаждение. В это время в икринке развивается личинка, после чего икринка опять переходит в покоящуюся стадию. Из нее она может быть выведена лишь при поступлении в водоем воды. Тогда развитие икринок за 15–20 минут или за 1–2 часа, у разных рыб свой график, заканчивается, и все личинки разом покидают яйцевые оболочки. Водоем вновь оживает, до следующей засухи.

ВОСКРЕШЕНИЕ ИЗ МЕРТВЫХ

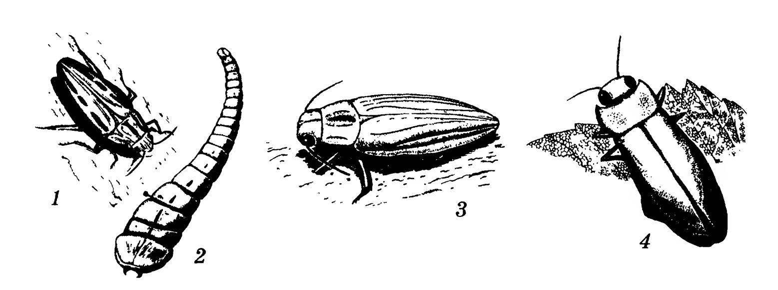
В Восточной Африке обитают маленькие **комарики полипедиумы**, относящиеся к семейству **звонцов**. Для своих детей они подыскивают самые крохотные, совсем мелкие водоемчики. Детской комнатой для их **личинок** становится не само болото, а лишь маленькие ямки по их окраинам или даже углубления в скалах, где во время дождя скапливается вода. Это обеспечивает личинкам комаров безопасность, так как в микроводоемчиках наверняка нет никаких хищников, зато там всегда подстерегает засуха, возможность в любую минуту оказаться на дне пересохшей ванночки.

К счастью, с этой напастью личинки комариков отлично справляются. При наступлении засухи они даже не стараются зарыться поглубже в ил или забраться в гущу отмирающих растений, если такая возможность им предоставляется. Засуха не грозит малышам

серьезной опасностью. Они просто высыхают, а количество влаги в их теле сокращается до 3%. Для сравнения напомним, что количество воды в организме человека не должно быть ниже 70%, а в организме личинок комаров других видов воды должно быть еще больше.

Несмотря на глубокое обезвоживание, а также на то, что субстрат, в котором находится личинка комара, под воздействием горячего африканского солнца нагревается до 70°, они в течение 3–4 лет не теряют жизнеспособности. Даже после 7–10 лет подобного существования некоторые личинки сохраняют способность вернуться к нормальной жизни. Переход в активное состояние происходит стремительно. Достаточно в течение всего 11 минут, в крайнем случае двух часов, подержать личинку в воде — и она снова способна двигаться. Она прекрасно себя чувствует и, не теряя времени, может тотчас же продолжить свое развитие.

Если после кратковременного периода активности на личинку обрушится новая засу-



Златки: 1 — большая сосновая; 2 — ее личинка; 3 — халеофора; 4 — антаксия

ха, она опять будет выключена из жизни до следующих дождей. В течение своего короткого детства личинки полипедиумов могут 3-4 раза подвергнуться глубокому обезвоживанию, но всякий раз будут возвращаться к жизни и всё равно закончат свое развитие, превратятся в комаров.

Пауза между двумя периодами жизни продолжительностью 3-4 и даже 10 лет далека от рекорда. Личинки одного из видов **жуков златок** в сухой древесине, например в мебели, развиваются так медленно, что жуки из них получаются только через полвека!

КАК ИМ ЭТО УДАЕТСЯ?

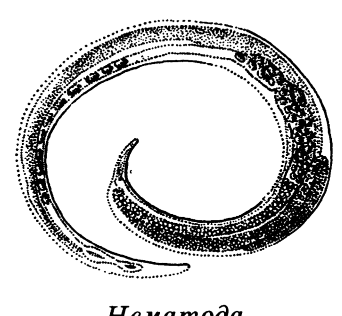
Воскрешение из мертвых высохших животных кажется фантастическим явлением. Невольно хочется выяснить, как им это удается. К сожалению, пока неизвестно, какие химические реакции протекают в теле личинок комаров и других организмов, превратившихся в сухарики, и происходят ли они вообще. То, что их тела при самом длительном высушивании все-таки сохраняют крохи воды, наталкивает на мысль, что процессы жизнедеятельности в них полностью не прекращаются, а лишь замедляются настолько, что недельный запас энергетических ресурсов им удается растянуть на два десятка лет. Однако ряд ученых утверждает, что у личинок кома-

ров рода **полипедиум** происходит полная остановка всех жизненных процессов.

Высыхание таких организмов происходит не только при нехватке воды. Среди **круглых червей**, живущих на бедных пищей верховых болотах, немало **копрофагов**, то есть существ, питающихся экскрементами других животных. Когда личинки этих червей съедают все запасы судьбой отпущенного им навоза, то не гибнут от голода, а просто худеют, становятся тонкими, медлительными и, если и теперь им не повезет, начинают энергично терять воду, высыхая до состояния ломкости.

В таком виде они могут находиться неопределенно долго, пока пища в буквальном смысле слова не свалится им на голову. Тогда личинки энергично впитывают воду и скоро восстанавливают подвижность.

Интенсивное возвращение к жизни стимулируется не водой, а именно каким-то веществом, входящим в состав экскрементов. Личинки растительноядных **нематод**, для которых природой предопределен обязательный длительный период пребывания в высушенном состоянии, возвращаются к жизни при наличии простой воды, однако этот процесс во много раз ускоряется, если съедобные растения находятся рядом и выде-



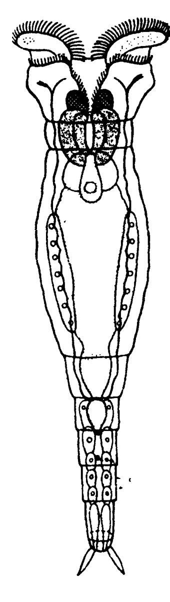
Нематода

ляют какие-то стимулирующие вещества. Процесс длительного обезвоживания не отражается на «умственных способностях» законсервировавшихся существ. У них не пропадают присущие им весьма сложные инстинкты и даже выработанные до высыхания условные рефлексы. Когда личинки червей-копрофагов возвращаются к жизни после длительного периода небытия, запасы пищи могут быть давно исчерпаны, а пуститься на поиски съедобных веществ крохотули не могут. Что же делать? Личинки терпеливо ждут, когда на них набредет жук-навозник, и не мешкая заползают ему под крылья, зная, что жук в конце концов привезет их к подходящей куче навоза.

Процесс высыхания длителен. Потеряв необходимое количество воды, нематоды принимают меры к прекращению дальнейших потерь. Для этого червь сворачивается в тугую спираль, чем резко сокращает общую площадь своей поверхности, соприкасающейся с внешней средой. Образование спирали — дело долгое, на него уходит около 36 часов. Одновременно с этим происходит усиленный синтез глицерина, отличного консервирующего вещества, и дисахарида **трегалозы**, молекулы которой строятся из двух остатков глюкозы. Это энергетический запас, который в отличие от медленно активирующегося жира в любой момент может быть использован для нужд организма.

У червей, находящихся в активном состоянии, трегалоза отсутствует, зато много **жира**, а в процессе подготовки к высыханию количество жира резко уменьшается. Видимо, он расходуется на производство трегалозы. На полное приготовление к высыханию затрачивается примерно трое суток. Затем достигнутое стабильное положение сохраняется годами и десятилетиями, и за это время не происходит изменений в содержании белков, жировых веществ и углеводов.

Коловратки, относящиеся к самым маленьким из многоклеточных организмов, и **тихоходки**, тоже отнюдь не гиганты, претерпевают в процессе высыхания сходные изменения. Несмотря на то, что тело коловраток может быть построено всего из 959 или даже 900 клеток (это не приблизительные цифры, а результаты точных подсчетов!), коловратки — достаточно развитые существа. У них есть мышцы, пищеварительная и нервная системы, головной нервный ганглий («мозг»), глаза, тело и щупальца.



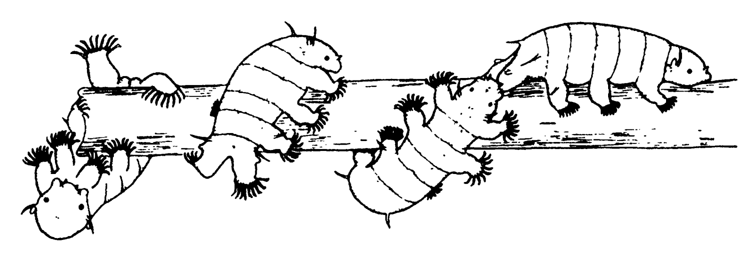
Коловратка

Пиявковидные коловратки способны обезвоживаться. Подготовка к консервации начинается с опорожнения кишечника. Затем для коловратки наступает время терять воду, а ее в орга-

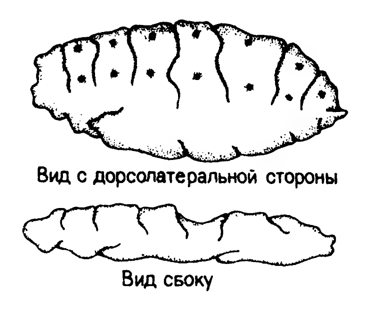
низме около 80–95%. Одновременно животное втягивает с одной стороны шею и голову, а с другой — ногу. Когда в организме останется 5% воды, дальнейшее высушивание прекращается. Остатки влаги — это очень вязкая жидкость. Она теряет способность растворять многие вещества и не превращается в лед даже при температуре жидкого азота: –196 °С. В таком состоянии коловратки могут находиться в течение нескольких десятилетий и вместе с пылью переноситься ветром на тысячи километров, расселяясь в новые местообитания.

Тихоходки — крохотные животные размером до одного миллиметра. У них 8 бугорковых ног, снабженных коготками. Если тихоходка высушивается при высоких температуре и влажности воздуха, то этот процесс затягивается на десять дней, зато результат получается отличным.

Сухие тихоходки, содержащие в своем теле не больше 2–3% воды, могут без вреда для себя переносить в этом состоянии понижение температуры до абсолютного нуля (–273 °С), выдерживать колоссальный уровень радиации и



Тихоходки



Высохшая тихоходка

десятилетиями сохранять жизнеспособность.

В гербариях, хранящих образцы мхов, удалось обнаружить и вернуть к жизни тихоходок, которые были отправлены на покой 120 лет назад!

СЕКРЕТ ГЕНИАЛЬНОСТИ

Позволю себе вспомнить не очень благозвучную поговорку. Когда человек сильно возбужден, когда его охватывает ярость, про него говорят, что ему «моча ударила в голову». Не знаю, как родилась эта поговорка, но народная мудрость в данном случае оказалась на высоте.

В 1927 году англичанин **Г. Эллис** изучил биографии 1300 своих выдающихся соотечественников. Он обратил внимание на интересную подробность. Среди незаурядных личностей оказалось как-то очень много больных **подагрой**. Причем не только в Англии, но и в других странах среди подагриков известно много выдающихся личностей.

Гениальность подагриков проявляется даже в такой сфере деятельности, где у с трудом передвигающихся больных, казалось бы, не следовало ожидать особых успехов. На службе у весьма воинственного шведского ко-

роля Густава-Адольфа (воевавшего в том числе и с Россией) отличился фельдмаршал Л. Торстенсон, тяжело болевший подагрой. Его полководческий гений был столь велик, что 100 лет спустя другой шведский король, Густав III, удостоился премии Шведской академии наук 1786 года лишь за одну речь, посвященную памяти Торстенсона. Выдающимся полководцем XVI века был Александр Фарнезе, герцог Пармы и Пьяченцы, также страдавший подагрой.

Подагрики, как правило, необычно работоспособные, целеустремленные люди, умеющие упорно добиваться поставленной цели. Их гениальность — плод напряженного труда, а в конечном счете — плод их работоспособности.

Подагра издавна считалась болезнью привилегированных: ею болели римские патриции. Особое распространение она получила у англосаксов; славяне болеют ею значительно реже. Предрасположение к подагре передается из поколения в поколение: многие старинные английские роды отмечены ее печатью.

Возникновение подагры связывают с обжорством, чрезмерным употреблением мясных продуктов и алкоголя. Особенно вредно употребление старых десертных вин и дорогих сортов шампанского. Индусы — вегетарианцы, к тому же весьма строго соблюдающие «сухой закон», — подагрой совершенно не бо-

леют. Подагра — привилегия мужчин: среди 100 больных бывает лишь одна женщина.

Основная причина болей, мучающих больных подагрой, — отложение в тканях тела, в том числе в суставах, острых кристалликов солей **мочевой кислоты.** В результате при движении возникают страшные боли, а суставы воспаляются. В тяжелых случаях больные вообще теряют подвижность. Недаром в переводе с греческого слово «подагра» означает «капкан для ног».

Какова связь между подагрой и гениальностью? Основная причина развития болезни — значительное повышение в крови больных концентрации мочевой кислоты. Она-то и есть вещество гениальности.

Мочевая кислота — производное **пурина,** имеющего огромное значение для человека. Он входит в состав **нуклеиновых кислот,** отвечающих, как вы уже знаете, за наследственность, и **аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ)** — переносчика энергии. К пуринам же относятся возбудители мозга и сердца: **кофеин, теобромин, теофиллин,** содержащиеся в кофе, чае и какао. Строение их молекул очень похоже на молекулы мочевой кислоты.

Недаром для нужд медицины кофеин извлекают из пыли чайного листа или синтезируют из мочевой кислоты, полученной из куриного помета. Увеличение в организме количества мочевой кислоты обеспечивает по-

стоянное стимулирование мозга, постоянное повышение его работоспособности.

Возможно, что мочевая кислота сыграла решающую роль в становлении человека. Вещество это токсично (ядовито), поэтому у всех млекопитающих существует специальный **фермент уриказа**, расщепляющий мочевую кислоту. Только обезьяны и, соответственно, люди лишены уриказы. Поэтому у нас в крови мочевой кислоты в десятки раз больше, чем у других млекопитающих. Она помогает клеткам мозга работать более активно, чем у других животных. Очевидно, уриказу случайно утратили наши отдаленные предки — какие-то древние приматы. Их мозг, постоянно стимулируемый избытком мочевой кислоты, стал работать значительно интенсивнее и получил возможность усиленно развиваться, хотя, с другой стороны, возникла повышенная опасность заболевания подагрой и мочекаменной болезнью. Вот ведь никогда не знаешь, где выиграешь, а где проиграешь!

Надо сказать, что у человека мочевая кислота всё же не основной продукт азотистого обмена. Большая часть ненужного организму азота у нас выводится в виде **мочевины**, не откладывающейся в суставах и почках. А вот у **рептилий**, очень близких к ним **птиц** и **насекомых** мочевины не образуется: они выделяют азот в виде мочевой кислоты. По сравнению с высшими млекопитающими эти животные особой гениальностью не отличают-

ся (хотя как сказать: птицы по своим интеллектуальным способностям почти не отстают от зверей, хотя мозг у них устроен более примитивно), им мочевая кислота позволяет экономить воду. Мочевину приходится выводить из организма в виде раствора — мочи, а мочевая кислота выводится в виде кашицы кристаллов, поэтому потери воды у таких животных сведены к минимуму. Недаром в пустынях доминируют рептилии и птицы (да и насекомых там немало), а не более высокоорганизованные млекопитающие.

НУЖНЫ ПОМОЩНИКИ

Однажды я решил посетить колонию ласточек-береговушек, расположенную в черте Санкт-Петербурга в обрывистых берегах Финского залива. Путь мой лежал через запущенный парк. Здесь я столкнулся с необычным явлением. Впереди, довольно далеко от меня, прямо на дорожке лежала **ворона**. Ее голову скрывали ветви барбариса, а крылья были слегка распластаны по дорожной пыли.

Сначала мне показалось, что птица мертвая, но, подняв бинокль к глазам, я увидел, что она слегка шевелится. Создавалось впечатление, что птицу поймал какой-то хищник и, спрятавшись под кустом, ест ее прямо с головы. Только подойдя поближе, я увидел, что все тело птицы было усеяно мелкими земля-

ными **муравьями**. Оказывается, ворона занималась **дезинсекцией** — уничтожением насекомых и клещей, поселившихся в ее перьях. Я видел, как подобной процедурой занимаются птицы на куполе лесных муравейников, но о том, что они прибегают к помощи земляных муравьев, узнал впервые.

Борьба с насекомыми заботит и людей. Дождливым летом изнеженные горожане прибегают к мазям и лосьонам, отпугивающим **комаров**. Южноамериканские обезьяны **капуцины**, вероятно, научились это делать еще до появления на Земле человека. Они используют для этой цели крупную **сороконожку**, живущую в термитниках. Чтобы термиты ее не закусали, сороконожка вырабатывает в своем теле какие-то пахучие вещества, отпугиваю-

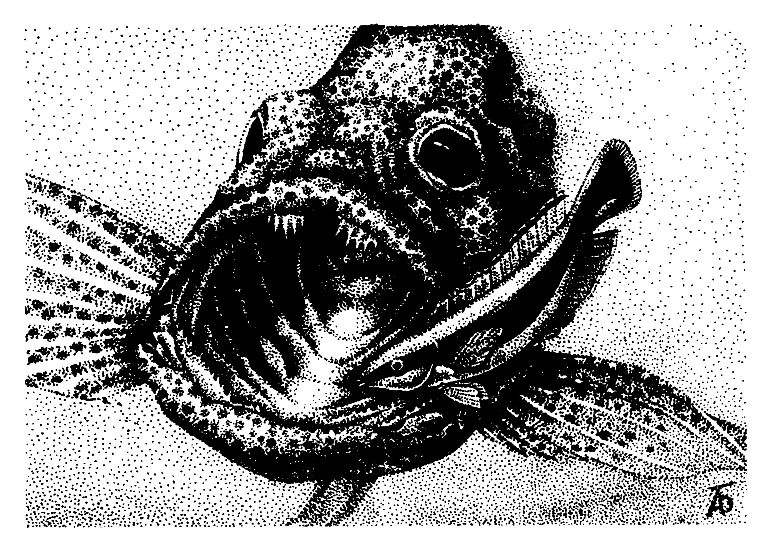


Капуцины: 1 — капуцин-фавн;
2 — обыкновенный капуцин

щие насекомых. Капуцины проламывают стенку термитника, ловят сороконожку и, раздавив, натирают ею свой мех.

Кусочки пищи застревают между зубов не только у людей. От этого страдают многие животные, в том числе рыбы. Бороться с этим неприятным явлением им помогают **креветки и рыбы-чистильщики**. Живут чистильщики во всех тропических морях. К ним на приемные пункты приплывают больные рыбы. Пациенты расправляют плавники, чтобы их было удобнее обследовать, раскрывают рот и, подняв жаберные крышки, замирают, а «санитары» безбоязненно устремляются к ним в пасть или склевывают паразитов со всего тела.

Нуждаются в помощи и **крокодилы**. Еще сравнительно недавно на берегах Нила можно



Рыба-чистильщик и ее «клиент»

было повсеместно наблюдать, как нильские крокодилы лежат с раскрытыми пастями, а вокруг них суетятся **кулики**, называемые **крокодиловыми сторожами.** Птицы бесстрашно заглядывают крокодилам в пасть, выковыривая кусочки застрявшего в зубах мяса и паразитов.

Шимпанзе справляются с чисткой зубов своими силами. Почувствовав, что в зубах что-то застряло, они находят палочку и по очереди ковыряются в зубах друг у друга. В собственных зубах обезьяна покопаться не может, координация ее движений не настолько совершенна. Картину взаимной чистки зубов случается наблюдать в зоопарках довольно часто, ну а как обезьяны чистят друг другу шерстку, выбирая паразитов и мусор, можно наблюдать ежедневно.

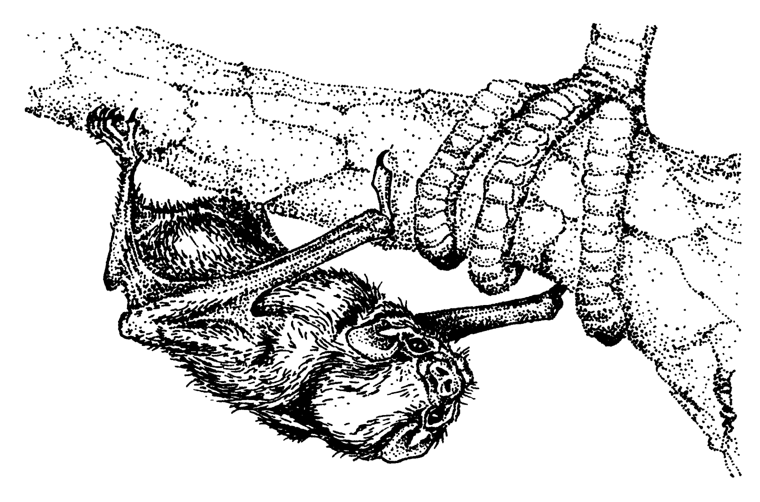


Шимпанзе

КРОВАВАЯ ПОМОЩЬ

Некоторые животные не могут долго голодать. К таким существам относятся южноамериканские **летучие мыши-вампиры**, питающиеся кровью теплокровных животных. Кровопийца может унести в своем желудке лишь 30 граммов крови. Этой порции ему хватает в лучшем случае на 36 часов. Если на следующую ночь он не сумеет пообедать, то, скорее всего, проживет еще сутки, но к следующей ночи слишком ослабеет, чтобы вылететь на поиски жертвы.

Поскольку отнюдь не каждой ночью вампирам улыбается удача, они давно бы вымерли, если бы не развитая у них взаимопомощь. Если кровопийца не нашел прокормителя и голодает, он начинает в буквальном смысле слова



Вампир

подлизываться к плотно пообедавшему товарищу. Как принято у летучих мышей, подлиза начинает вылизывать потенциального благодетеля с подмышек, но очень скоро переходит к вылизыванию губ — на языке вампиров это недвусмысленная просьба поделиться едой. Если объект вылизывания испытывает к попрошайке дружеские чувства (то есть, если они — близкие родственники) и сам хорошо поел этой ночью, он отрыгнет просителю 3 грамма крови. Это сытная порция, ведь отрыгивается уже не свежая кровь, а концентрированная. Выпитая вампиром кровь сразу подвергается обогащению: из нее меньше чем за час удаляется половина воды, которая в виде мочи тут же покидает организм. Лишнюю тяжесть возить по воздуху нерентабельно!

Для вампира, великодушно поделившегося с неудачником обедом, 3 грамма крови — небольшая потеря, а голодной мыши подкормка продлевает жизнь на 12 часов и позволяет дождаться следующей ночи, найти подходящий объект и напиться досыта кровью очередной жертвы.

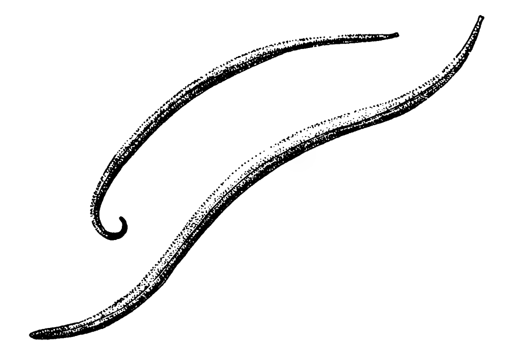
ДЫХАНИЕ БЕЗ КИСЛОРОДА

Наша планета богата кислородом, но и на ней найдется немало мест, где кислорода очень мало или нет вовсе. Чаще всего в этом повинны сами живые существа. Особенно мно-

го потребляют кислорода **бактерии.** Один миллиграмм бактерий способен за час «сжечь» 200 мм^3 кислорода. Работающая мышца такого же веса за это время использует только 20, а во время покоя и того меньше — 2,5 мм^3 кислорода. Из-за активной деятельности бактерий и более крупных микроорганизмов многие закоулки Земли становятся мало пригодными для жизни, и животным приходится всячески изощряться, чтобы освоить и эти экологические ниши.

Недостаток кислорода случается в загнивающих водоемах. Мало остается кислорода к весне в воде прудов, покрытых льдом. Ничтожно мало кислорода в желудке и кишечнике позвоночных. Но и здесь живут существа, которым показалось тесно под солнцем. Среди них можно назвать личинок **желудочного овода**, живущих в пищеварительном тракте **лошадей**, и очень распространенных обитателей кишечника — **аскарид** и других **глистов.** Между тем такие животные, их называют **анаэробами**, живя в бескислородной среде или пользуясь ничтожными количествами кислорода, прекрасно себя чувствуют.

Как же анаэробам удается обходиться без кислорода? Когда-то этот вопрос считался неразрешимой загадкой. Теперь мы знаем, что без кислорода дело не обходится. Просто анаэробы получают его не из атмосферы, а из органических веществ, а некоторые бактерии умеют извлекать кислород даже из неоргани-



Аскарида человеческая (вверху самец, внизу самка)

ческих соединений, используя для этого нитраты и сульфаты или даже... углекислый газ.

Сущность дыхательных процессов анаэробов состоит в том, что они умеют окислять продукты обмена, не прибегая к помощи дополнительного кислорода, вполне довольствуясь тем количеством, которое уже содержится в окисляемом веществе. Ведь, чтобы вещество окислилось, безразлично, прибавлять ли к нему кислород или отнимать водород.

Для тех читателей, кто еще не овладел химией, объясню это на простом примере. Представьте себе, что вы варите суп и пробуете его, чтобы узнать, хорошо ли он посолен. Если вам показалось, что суп недосолен, ясно, что в него нужно подсыпать соли. А что делать, если соли под рукой нет? Самый простой способ — покипятить его подольше. Часть воды выкипит, и супа станет меньше, но вся соль, которую вы уже положили в суп, там и останется, и соленость супа возрастет. Аналогично про-

текает и бескислородное окисление: у молекулы органического вещества отнимается водород, при этом вещества становится меньше, а количество кислорода не уменьшается.

Процесс бескислородного окисления, позволяющий организму получать энергию, называют **брожением.** Наиболее известный вид брожения, которое встречается у одноклеточных, — **спиртовое.** Оно состоит в расщеплении молекулы **глюкозы** с образованием двух молекул **этилового спирта** и двух молекул углекислого газа.

У многоклеточных животных наиболее широкое распространение имеет **молочнокислое брожение:** расщепление молекулы сахара на две молекулы **молочной кислоты,** в которых содержится меньше энергии, чем в исходном веществе. Благодаря молочнокислому брожению **караси** могут довольно долго жить в воде, лишенной кислорода.

Зачем же понадобился процесс окисления, если его вполне может заменить брожение? Причин для этого немало, и они достаточно существенны. Брожение никогда не приводит к полному окислению веществ, и поэтому энергии выделяется мало.

Если мы полностью окислим одну грамм-молекулу глюкозы до углекислого газа и воды, то получим 673 килокалории. При брожении, в результате которого образуется этиловый спирт и углекислый газ, из того же количества выделится всего 25 килокалорий, то есть

почти в 27 раз меньше. Следовательно, чтобы получить одинаковое количество энергии, анаэробам понадобилось бы в 27 раз больше глюкозы, чем ее расходуют животные, использующие кислород. Заметная разница, и природа не могла согласиться на такое расточительство.

Другая важная причина того, что брожение не получило широкого распространения, состоит в том, что в результате брожения образуются различные вредные для организма вещества: этиловый и бутиловый спирты, молочная и масляная кислоты, ацетон и многие другие. Освобождаться от них не так-то легко.

КОГДА КИСЛОРОД В ИЗБЫТКЕ

Как же сумели животные приспособиться к отсутствию кислорода? Оказывается, это было нетрудно. Когда на Земле возникла жизнь, свободного кислорода еще вообще не было, так что первые существа могли быть только **анаэробами**. Только когда какие-то **бактерии** (возможно, **синезелёные**) «изобрели» **фотосинтез**, кислород начал накапливаться в атмосфере, и когда его стало довольно много, животные научились полностью «сжигать» энергосодержащие продукты. При этом анаэробный тип дыхания не исчез, просто его роль сильно сократилась. Однако по-прежнему первые фазы биологического окисления абсолютно у всех животных протекают без участия кисло-

рода. Когда **аэробным** (то есть использующим атмосферный кислород) **животным** заблагорассудилось вновь переселиться в места, где кислорода взять неоткуда, им не нужно было «изобретать» брожение заново: достаточно было просто ограничиться частичным использованием энергии и вспомнить старые способы обезвреживания недоокисленных продуктов.

Поскольку жизнь на нашей планете возникла в бескислородную эпоху, немудрено, что живые организмы приспособились к его недостатку. Гораздо удивительнее, хотя мы этого обычно не замечаем, что животные, обитающие в условиях избытка кислорода, сумели сдерживать интенсивность окислительных процессов в организме, тушить всегда готовый вспыхнуть пожар. Количество кислорода в окружающей среде постоянно, а если и меняется, то только в сторону уменьшения. Поэтому у животных есть разнообразные приспособления для борьбы с недостатком кислорода, но нет ничего, что могло бы их защитить от его избытка.

Впервые с возможностью **кислородного отравления** при использовании для дыхания чистого кислорода около ста лет назад столкнулся химик **Бер.** Это было для ученых так неожиданно, что ему не поверили. Возникло подозрение, что в использованном Бером кислороде содержались какие-то ядовитые примеси. Опыты были многократно повторены, но, как бы тщательно ни очищался кисло-

род, животные, которые им дышали, неизбежно гибли.

Кислородными отравлениями заинтересовались неслучайно. Разобраться в этом вопросе было необходимо для налаживания водолазной службы. Ученым представлялось, что на больших глубинах водолазам безопаснее всего дышать чистым кислородом, так как это могло предохранить их от возникновения кессонной болезни.

Однако оказалось, что человек может находиться в атмосфере чистого кислорода лишь около суток. При более длительном использовании кислорода возникает пневмония и смерть, как ни странно, от асфиксии, недостатка кислорода в важнейших органах и тканях человека. При давлении, равном 2–3 атмосферам, человек может находиться в кислородной среде не больше 1,5–2 часов. Потом наступает кислородное опьянение, нарушение координации движений, нарушение внимания, потеря памяти. При давлении кислорода свыше 3 атмосфер очень быстро начинаются судороги, приводящие к смерти.

Для животных, живущих в условиях острого недостатка кислорода, он еще более ядовит. На этом основан способ борьбы с кишечными паразитами — **аскаридами**, поселяющимися в кишечнике человека и наших любимцев — собак. Кислород, введенный на некоторое время в кишечник человека, опас-

ности для него не представляет, но совершенно непереносим для паразита.

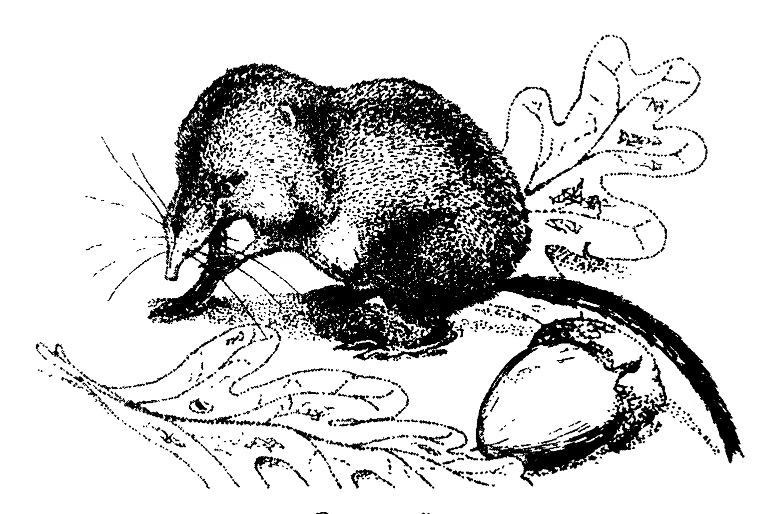
Излишек кислорода опасен не только для животных. Он оказывает вредное воздействие и на **растения.** Интересно, что атмосфера нашей планеты, которую растения насытили кислородом, в наше время для них неблагоприятна. Им маловато углекислого газа и, что еще удивительнее, слишком много кислорода. Как показали исследования, не только обычная концентрация, но даже наличие в газовой среде всего лишь двух процентов кислорода, десятой часть того, что обычно содержит атмосфера, заметно тормозит **фотосинтез.** Оказывается, растения создали сами для себя не совсем подходящую атмосферу. Будь кислорода меньше, они бы росли и развивались более интенсивно.

ВРЕМЕННАЯ КОНСЕРВАЦИЯ

Кому требуется больше пищи, слону или мышонку? Ясно, что слону. Однако, если мы захотим выяснить, сколько пищи нужно на единицу веса едока, то результат получится совсем не такой. **Полевка, землеройка, крот, синица-московка** за день съедают количество пищи, составляющее 50% от массы их тела. Масса пищи, съедаемой за день **кошкой,** составляет 5–6% массы ее тела, а **слоном** — 1,5–2,5%. Это неудивительно. Мелкие живот-

ные быстро остывают. Хотя у них маленькое тело, его поверхность, через которую они отдают свое тепло, велика. На уроках математики вы узнаете, что при увеличении массы тела (а следовательно, и его объема) в 8 раз, площадь поверхности тела увеличится лишь в 4 раза.

Когда к нам на север приходит зима, мелким зверькам приходится туго. **Синицы** от зари до зари перелетают от дерева к дереву, выискивая в трещинах коры пищу. Так же интенсивно трудятся кроты. Неукротимым аппетитом обладают крохотные **землеройки.** Они умудряются в течение суток переварить больше пищи, чем весят сами. Если бы у крупного слона возникла подобная потребность, ему пришлось бы съедать более 5 тонн пищи в день.



Землеройка

Из-за потребности всё время есть, землероек нельзя назвать ни дневными, ни ночными животными. Наш день для них — целая эпоха, в которую умещается несколько десятков землеройкиных мини-суток. Зверьки ищут корм, пока не насытятся, а затем бегут домой, чтобы вздремнуть и переварить пищу. Как только желудок опустеет, а это происходит очень быстро, для зверьков наступает новый трудовой день — голодать дольше двух часов землеройки при таком интенсивном обмене веществ не могут. У самых крохотных землероек «сутки» длятся всего 24 минуты. Из них 12 минут — «день» и 12 минут — «ночной покой». И так они живут весь землеройкин век — 14–18 месяцев, не впадая в спячку даже зимой.

Самые маленькие птицы — **колибри.** Их масса колеблется от 2 до 20 граммов. Самая маленькая из них — **птица-муха**, живущая на Кубе. Длина ее тела, если ощипать перышки и не учитывать длинного клюва, едва достигает 3 сантиметров. Это прелестные существа. Особенно красивы самцы — голова, горло, бока красного цвета с золотым отливом, все остальное тело зеленое, но на спине перья переливаются синими, а на хвосте — красными тонами.

Питаются малютки **пыльцой**, **нектаром** цветов и самыми мелкими **насекомыми.** Как и полагается колибри, они во время еды не садятся на ветки деревьев, а, энергично работая

крыльями, зависают в воздухе и, засунув кончик клюва в цветок, высасывают очередную порцию нектара.

Такой способ питания требует серьезных энергетических затрат, а жиденький цветочный нектар содержит так мало питательных веществ, что птица всё светлое время дня вынуждена заниматься поисками и добычей пищи.



Колибри-эльф

При столь скудном питании и таких высоких расходах энергии, невозможно сделать запасы хотя бы на одну ночь — период вынужденного бездействия. Усевшись на ветку передохнуть, колибри даже в кубинскую тридцатиградусную жару мерзнет. Ведь нормальная температура ее тела — 40 градусов, и ее нужно поддерживать, «сжигая» массу «топлива».

Кубинской «зимой» на длинные прохладные ночи «дров» не хватает. И колибри пользуются отличным способом борьбы с энергетическими трудностями. Они впадают в оцепенение и резко уменьшают выработку тепла. Температура тела падает больше чем наполовину, снижаясь до 20 или 17 °С. В этот период обмен веществ даже у крупных **колибри**, вроде **гигантского** и **синегорлого**, сокращается в 50–60 раз, а у мелких — в 100 раз!

Оцепенение — опасное состояние. В это время колибри совершенно беспомощны и не способны взлететь, так что становятся легкой добычей любого хищника. С первыми лучами утреннего солнца тело крошки начинает дрожать мелкой дрожью: так птички согревают себя и, восстановив подвижность, отправляются завтракать.

Впадают в оцепенение и **летучие мыши**. Вернувшись с ночной охоты, они приводят себя в порядок и, угнездившись поудобнее, быстро, за несколько минут, снижают температуру тела и засыпают.



Козодой

Как снижение температуры тела, так и последующий разогрев после выхода из оцепенения протекают, можно сказать, стремительно. Колибри охлаждаются за считанные секунды. Разогрев тела у этих животных не требует значительного расхода энергии. Колибри, весящему 4 грамма, для этого требуется всего 57 калорий, а козодою с весом тела 40 граммов — 570 калорий.

Нужно сказать, что манипуляции с температурой собственного тела — вещь весьма опасная. Пока птицы находятся в оцепенении, температура воздуха может опуститься достаточно низко. В этот период бороться с

холодом колибри не в состоянии и могут погибнуть. Если температура тела упадет до +8°, колибри останутся в живых, только при условии, что температура воздуха в ближайшие 2–3 часа поднимется да 25–30 °С и согреет их. Сами выйти из такого состояния они не могут.

ГНОМИКИ — ПОДЖИГАТЕЛИ

Большинство высших **животных** нашей планеты чувствуют себя нормально, пока температура их тела поддерживается в районе 40 °С. Небольшое отклонение от этого стандарта всего на 3–4 °С для большинства из них гибельно.

В любом крупном организме, в том числе в человеческом теле, вырабатывается немало тепла. Его вырабатывают даже самые маленькие существа, в том числе микробы. Правда, каждый микроб производит ничтожно малое количество тепла, но если их собрать вместе...

Сами **микробы** сохраняют активность и размножаются при вполне определенных температурах. Одни из них любят холод — для них оптимальна температура +10 °С и даже ниже. Их называют холодоустойчивыми микроорганизмами. Есть среди них любители умеренных температур и поклонники жары. Последние могут плодиться лишь при температуре выше 40–55 °С, а есть среди них и та-

кие, что способны вести активный образ жизни при температуре выше +100 °C!

Такие «экстремалы», поселяясь в скоплениях съедобных для них веществ, способны поднимать их температуру до немыслимых для других микробов пределов, вызывая пожары. Благоприятные для их размножения условия возникают в стогах сена, кипах хлопка, пеньки, табака, в кучах недосушенного зерна, навоза и прелых листьев. В старину дальние перевозки подобных грузов через тропические океаны считались весьма опасными мероприятиями.

Разогрев скоплений органического вещества до высоких температур происходит конвейерным способом. Сначала в них поселяются любители умеренных температур. Когда они поднимут температуру субстрата достаточно высоко, приходит черед всё более и более радикальных любителей тепла. Вскоре в стоге сена, кучах хлопка или в глубине торфяной залежи начинается обугливание, а порой происходит и самовозгорание. Возможно, иногда так возникают **пожары** жарким сухим летом на осушенных болотах или торфоразработках — кажется, что торф загорается сам собой.

Лесные пожары все-таки чаще возникают от брошенной сигареты или спички, от непотушенного костра, то есть по вине человека. Но бывает и так, что на торфоразработках торф действительно загорается сам по себе. Обычно добытый торф измельчают и склады-

вают для просушки в огромные штабели. Вот тут-то и возникает угроза пожара, так как внутри штабелей может идти бурный рост микроскопических **грибков** и других микроорганизмов. При этом температура в глубине торфяной массы резко возрастает, и она превращается в полукокс. Это происходит только в том случае, если масса компактно сложенного торфа достигнет критической величины — 4 кубометров. В меньших объемах коксования не происходит.

Внешне ничто не выдает процессов, происходящих внутри, но трогать такой штабель не следует. Вскрыв его, рабочие обнаруживают на глубине полуметра беловатый паутинный слой грибного и микробного мицелия. Уже через 15–30 секунд после соприкосновения с воздухом на поверхности полукокса начинают вспыхивать искорки, возникают стремительные язычки пламени. Полукокс горит жарко, и вскоре огнем охватывается весь штабель. Предотвратить возникновение подобных пожаров можно, только строго придерживаясь предельного размера штабелей —не более 4 $м^3$.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Холод, вечный мрак и мертвая тишина — такой еще недавно представлялась океанологам океанская бездна. Да и какой же еще она может быть? Ведь все знают, что органическое

вещество на нашей планете способны создавать лишь **растения** и некоторые **бактерии**, способные к **фотосинтезу**. И создаются они за счет солнечной энергии. **Животные** способны лишь использовать и перерабатывать органические соединения. А в глубины океана свет не проникает, и растения существовать там не могут. Значит, кроме крох органического вещества, погружающегося на дно с поверхности, есть там нечего. На большей части площади океанского дна дело обстоит именно так, однако...

17 февраля 1977 года американские ученые, погрузившись в районе Галапагосских островов в глубоководном обитаемом аппарате (ГОА) «Алвин» на глубину около 2,5 километра, обнаружили выходы геотермальных вод, иными словами — подводные горячие источники, с необычным составом воды, а вокруг них — зону бурного развития живых организмов. Вскоре подобные подводные оазисы были найдены и в других районах океана. Геотермальные источники самых богатых оазисов назвали **чёрными курильщиками**. Горячая вода там вытекала не из трещин дна, а из высоких башен, а черный шлейф



Чёрные курильщики

различных веществ, содержавшихся в ней, клубясь, тянулся на десятки метров по течению. Много гидротермальных источников обнаружили и отечественные исследователи на экспедиционном судне «Академик Мстислав Келдыш» — сначала в Атлантике, а позже и в других районах мирового океана.

Изучение черных курильщиков дало поразительные результаты. Температура воды, выбрасываемой из жерл курильщиков, доходит до +350...+360 °С. В ней нет ни кислорода, ни нитратов, зато присутствует сероводород. Выпадение сульфидов и других веществ, возникающее при охлаждении воды, и придает ей черный цвет. Осаждающиеся из этой воды вещества вызывают возникновение огромных труб курильщиков.

Почему вокруг черных курильщиков возникают оазисы? Что позволяет морским обитателям бурно размножаться здесь и благоденствовать? Чем могли бы питаться обитатели подводных оазисов?

У подножия черных курильщиков живут **креветки**, **крабы** и другие **ракообразные**, множество **моллюсков** и **многощетинковых червей**, а также **рыбы**, **иглокожие** и другие организмы. Особенно характерны для гидротермальных источников колонии своеобразных организмов — **вестиментифер**. Среди них встречаются карлики длиной 5–6 см и толщиной всего 0,1 мм и гиганты длиной до 1,5 м и толщиной 2,5 мм. Живут они в хити-



Вестиментифера

новых трубках, создающих на дне непроходимые заросли.

Передний конец тела вестиментифер, который обычно высовывается из трубки, увенчан пучком красных щупалец. У этих странных животных есть сердце и сложная система кровеносных сосудов, по которым циркулирует красная кровь, окрашивающая щупальца в розовый или красный цвет. Нервная система в виде тяжа проходит вдоль всего тела животного, а скопление нервных клеток в самой верхней его части заменяет вестиментиферам мозг. Дышат они с помощью щупалец, заменяющим им жабры. Нет у вестиментифер только рта, пищевода, желудка и кишечника — то есть пищеварительной системы. Вот какими удивительными существами оказались эти обитатели подводных оазисов.

Как же можно жить, напрочь отказавшись от еды? Одно время думали, что вестиментиферы ловят своими щупальцами какую-то мелюзгу и высасывают ее. Однако действительность оказалась еще удивительнее. Вестиментиферы живут за счет растворенного в воде сероводорода. Но и это еще не всё!

Сероводород — ядовитое вещество, и использовать его для собственных нужд ни

один многоклеточный организм не может. Вестиментиферы не сами «едят» сероводород, но используют для его переработки сонмы **серных бактерий**, живущих в специальном органе их тела. Сероводород, как и кислород, они извлекают из воды через всю поверхность щупалец и надежно упаковывают с помощью молекул особых белков. В таком виде опасное вещество доставляется серным бактериям.

Маленькие труженики окисляют сероводород и за счет извлеченной при этом энергии синтезируют из углекислого газа и нитратов необходимые им органические вещества. Они попадают в кровь и разносятся по всему телу предприимчивых вестиментифер. Часть этих веществ расходуется на их собственные нужды, а остальное милостиво возвращается создателям.

В оазисах обитают и другие животные, пользующиеся услугами серных бактерий. У двустворчатых моллюсков, например, серобактерии живут в жабрах. Некоторые черви не заключают с бактериями симбиоз, а просто соскабливают с камней налет свободноживущих бактерий.

Но в любом случае жизнь подводного «оазиса», затерянного в почти безжизненной океанской пустыне, полностью зависит от бактерий, умеющих использовать энергию неорганических веществ для синтеза органических в отсутствие света.

ЧТО-ТО РЫБЫ СЕГОДНЯ РАЗЛЕТАЛИСЬ...

Летающих рыб насчитывают примерно 50–60 видов. Конечно, строго говоря, они не летают, а планируют, но планирующий полет — всё равно полет. Впрочем, пресноводные **рыбы-бабочки** в полете даже машут своими крыльями, хотя летают, конечно, значительно хуже настоящих бабочек.

Летучие рыбы невелики ростом, от 15 до 25–35 см. Гигантская летучая рыба не бывает длиннее 50 см. Летающие рыбы имеют необычайно большие грудные плавники. У наиболее способных летунов они достигают 80% от длины тела и содержат большое число особо жестких лучей. Плавники располагаются вблизи центра тяжести рыбы, но несколько сдвинуты вверх, что в полете придает телу устойчивость.

Чтобы оторваться от поверхности воды, рыбам необходимо набрать большую скорость.

Самые лучшие авиаторы — **четырехкрылые летучие рыбы**. У них две пары несущих плоскостей, образованных брюшными и грудными плавниками. Малый вес тела и огромная нижняя лопасть хвостового плавника из жестко соединенных между собой лучей, дольше всего остающаяся в воде, помогают рыбе подняться в воздух. Разгоняясь в воде, рыбы, чтобы уменьшить лобовое сопротивление, прижимают грудные и брюшные плавники к телу и раскрывают их только в воздухе. Перед взлетом хвост совер-



Летучая рыба

шает 50–70 взмахов в секунду, а скорость достигает 30–35 км/ч. Отрыв от поверхности происходит благодаря последним наиболее энергичным взмахам нижней лопасти, и в воздухе скорость возрастает до 60–70 км/ч. Полет обычно продолжается около 2 секунд, при этом рыба поднимается в воздух на 6–7 м и способна покрыть расстояние в 50 м. Иногда воздушное путешествие продолжается 15–30 секунд.

Увы, такой длительный полет, к которому летучих рыб понуждают охотящиеся на них **тунцы и корифены**, не всегда спасает их от гибели, так как хищники продолжают преследование под водой, а в воздухе летунов поджидают **фрегаты** — проворные морские хищники.

Предметно-именной указатель

Г

Д

Е

Ж

Л

М

Н

О

П

Р

С

Т

У

Ф

СОДЕРЖАНИЕ

О ЧЕМ ЭТА КНИГА

ОТ ХАОСА К ПОРЯДКУ

ИЗ КАКИХ КИРПИЧИКОВ «ПОСТРОЕН» ОРГАНИЗМ?

РАЗВИТИЕ

РАЗМНОЖЕНИЕ

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И НАСЛЕДНИКИ

ВСЕ, ЧТО ТВОРИТСЯ В МИРЕ...

МЕХАНИКА ЖИВОГО

СЕКРЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



ISBN 978-5-17-020559-2
9 785170 205592
ас
ИЗДАТЕЛЬСТВО
www.elkniga.ru